

**Казанский федеральный университет**

**Н. Н. Хаертдинов, М.У. Шафигуллин, С.Е. Проскурина, Г.Ф. Ситдикова**

**ПРАКТИКУМ ПО НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ**

**Часть I**

**Учебно-методическое пособие**

**Казань - 2017**

**УДК 612.813**

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
учебно-методической комиссии*

*Института фундаментальной медицины и биологии КФУ*

*Протокол № 1 от 17.01.2017 г.*

*заседания кафедры физиологии человека и животных*

*Протокол № 6 от 26.12.2016 г.*

*Рецензент:*

канд. биол. наук, доц. А. В. Яковлев

**Хаертдинов Н.Н.**

**Практикум по нормальной физиологии:** учеб.-метод. пособие. Часть 1 /  
Н.Н. Хаертдинов, М.У. Шафигуллин, С.Е. Проскурина, Г.Ф. Ситдикова. –  
Казань, Казан. ун-т, 2017. – 80.

В настоящее учебно-методическое пособие включены теоретические материалы и лабораторные работы по нормальной физиологии, включающие главы по разделам: возбудимые ткани, центральная нервная система, высшая нервная деятельность, сенсорные системы. Работы рассчитаны на самостоятельное выполнение студентами. Каждая лабораторная работа включает в себя методические указания и практические задачи. После выполнения работы студенты делают выводы на основании полученных в исследовании данных. Практикум предназначен для студентов-специалистов по медицинскому направлению при изучении курса «Нормальная физиология».

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ВВОДНЫЙ ИНСТРУКТАЖ</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ</b>	<b>10</b>
1.1. Знакомство с универсальной установкой для регистрации мышечных сокращений	11
1.2. Приготовление нервно-мышечного препарата	12
1.3. Исследование возбудимости нервной и мышечной ткани	15
1.4. Развитие утомления в нервно-мышечном синапсе	16
1.5. Зависимость амплитуды мышечного сокращения от силы раздражения	17
1.6. Одиночное и тетаническое мышечное сокращение	18
1.7. Исследование сократительной активности гладкой мускулатуры лягушки	21
1.8. Исследование проведения возбуждения по нервному волокну	22
1.9. Значение физиологической целостности нерва для проведения возбуждения	24
1.10. Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти	26
1.11. Запись кривых утомления мышцы сгибателя указательного пальца с помощью эргографа	28
<b>Глава 2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b>	<b>32</b>
2.1. Исследование сухожильных рефлексов у человека	33
2.2. Исследование рефлексов продолговатого мозга (бульбарные рефлексy)	37
2.3. Наблюдение зрительных рефлексов среднего мозга	37
2.4. Исследование роли мозжечка в регуляции двигательной активности	38
2.5. Рефлексы промежуточного мозга (диэнцефальные рефлексы)	41
2.6. Исследование времени рефлекторной реакции у человека	42
2.7. Регистрация электромиограммы мышц в условиях покоя	43

и напряжения

<b>Глава 3. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	<b>51</b>
3.1. Выработка и угасание мигательного рефлекса у человека	52
3.2. Исследование объема смысловой памяти	54
3.3. Изучение объема кратковременной слуховой памяти	55
3.4. Исследование объема кратковременной зрительной памяти	57
3.5. Исследование устойчивости внимания	58
3.6. Изучение функциональной асимметрии коры больших полушарий	60
<b>Глава 4. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ</b>	<b>64</b>
4.1. Зрительный анализатор	65
4.2. Слуховой анализатор	70
4.3. Вкусовой и обонятельный анализатор	73
4.4. Кожный чувствительный анализатор	75
<b>Список литературы</b>	<b>80</b>

## **ВВОДНЫЙ ИНСТРУКТАЖ**

### **Техника безопасности на практических занятиях**

Программа обучения для курса «Нормальная физиология» предусматривает выполнение студентами практических работ в учебной лаборатории и овладение определенными практическими навыками работы с электроприборами, колюще-режущими инструментами, компьютерной техникой, исследовательским оборудованием, химическими реактивами, экспериментальными животными и биологическими жидкостями.

Проведение практических работ безопасно, если соблюдаются следующие условия:

- выполнение правил техники безопасности;
- соблюдение дисциплины, тишины, порядка и чистоты на рабочих местах;
- наличие рабочей одежды (халаты и шапочки);
- использование только исправного электрооборудования и приборов,
- соблюдение правил их эксплуатации.

При работе с кровью и другими биологическими жидкостями следует помнить, что студенты с травмами (ранами) на руках, экссудативным поражением кожи, мокнущими дерматитами отстраняются на время заболевания от контакта с кровью, а также не пользуются колюще-режущими инструментами. При выполнении лабораторных работ, где предусматривается контакт с биологическими жидкостями и тканями, обязательно использовать перчатки. При возможном разбрызгивании крови или других биологических жидкостей следует использовать хирургические маски, очки или защитные экраны.

После окончания работы руки следует тщательно вымыть.

Не рекомендуется дважды использовать одну и ту же пару перчаток, так как это может привести к их дефекту, что снижает их значение как эффективного барьера.

Медицинский инструментарий (посуда, белье, аппараты и др.), загрязненный кровью, биологическими жидкостями, а также соприкасавшийся со слизистыми оболочками, сразу после использования подлежит дезинфекции в соответствии с ГОСТом.

При работе с электрооборудованием надо дожидаться, пока преподаватель (лаборант) включит оборудование и подготовит его к работе. Запрещается самостоятельно включать или выключать электроприборы на занятиях, менять настройки на панели оборудования. Необходимо снизить контакт с корпусом приборов, т.к. возможно наличие статического электричества.

Для соблюдения тишины и лучшей концентрации на занятиях следует выключить мобильные телефоны и другие посторонние приборы. При необходимости отлучиться, следует попросить разрешения у преподавателя, самовольно покидать занятия запрещается.

Для соблюдения санитарно-гигиенических норм исключается прием пищи в учебной лаборатории.

### **Мероприятия при ранениях, контактах с кровью и другими биологическими материалами**

Если контакт с кровью или другими жидкостями произошел при нарушении целостности кожных покровов (укол, порез), пострадавший должен сделать следующее:

- снять перчатки рабочей поверхностью внутрь;
- выдавить кровь из раны;
- вымыть руки под проточной водой с мылом, а затем обработать поврежденное место одним из дезинфицирующих растворов (70% спирт, 5 % раствор йода);

- наложить на рану пластырь, сделать повязку;

В случае загрязнения кожи кровью или другой биологической жидкостью без повреждения необходимо:

- обработать кожу одним из дезинфицирующих растворов (70% спирт, 3% раствор хлорамина);
- промыть место загрязнения проточной водой с мылом и повторно обработать 70% спиртом.

При попадании биологического материала на слизистые оболочки:

- полости рта - прополоскать 70% спиртом;
- полости носа - закапать 30% раствор альбуцида;
- глаза - промыть водой (чистыми руками), закапать 30% раствор альбуцида. Для обработки носа и глаз можно использовать 0,05% раствор перманганата калия.

При попадании биоматериала на халат, одежду:

- продезинфицировать перчатки;
- одежду снять и замочить в дезинфицирующем растворе (кроме 6% перекиси водорода, нейтрального гипохлорида кальция, которые разрушают ткани) или поместить в пакет для автоклавирования;
- кожу рук и других участков тела под загрязненной одеждой протереть 70% спиртом, затем промыть водой с мылом и повторно протереть спиртом;
- загрязненную обувь двукратно протереть ветошью, смоченной в растворе одного из дезинфицирующих средств.

### **Требование к оформлению и сдаче отчетов по практическим работам**

Письменный отчет предлагается строить по пунктам, он должен содержать введение, инструменты и материалы, ход работы (методика), полученные результаты, обсуждение результатов, обобщение и выводы.

**Введение.** В данном блоке содержится небольшое количество базовой информации по изучаемой теме, и формулируются цели эксперимента.

Дается определение основных исследуемых физиологических явлений и понятий, можно описать ожидаемые результаты экспериментов.

***Инструменты и материалы.*** В этот блок входит перечень используемого в работе оборудования и материалов, а также объекты исследования.

***Ход работы (методика).*** Сюда входит краткое описание методических подходов, используемых в эксперименте. Описание метода должно быть достаточно детальным, чтобы другие исследователи могли по нему повторить эксперимент. Вместе с тем, следует избегать излишней детализации информации, а лучше сослаться на оригинальный литературный источник, где методические приемы рассмотрены подробно. Если вы внесли какие-то модификации в проведение эксперимента, это необходимо обязательно отразить в описании. ***Не забудьте указать дозы и концентрации применяемых веществ.***

***Результаты работы.*** Полученные в эксперименте результаты могут быть представлены в виде оригинальных записей на ленте самописца, кардиографа или электроэнцефалографа. Необходимо указать скорость движения ленты, параметры наносимых раздражений с точной фиксацией момента нанесения и прекращения действия стимула (в подписях к иллюстрациям даются соответствующие пояснения). Если регистрация производилась с экрана осциллографа, по шкале манометра и т.п., то результаты эксперимента удобнее представить в виде таблицы. В таблицу надо внести полученные значения исследуемых параметров и единицы их измерения.

Если возможно, то для выявления основных закономерностей изучаемых явлений по полученным данным строят графики. График должен быть понятным, аккуратно выполненным; с обозначением параметров, откладываемых по оси абсцисс и ординат, с разъяснениями применяемых в нем обозначений (легенда); в них вносят все экспериментальные точки и рассчитанные параметры.



**Обсуждение результатов.** В этом разделе необходимо, базируясь на теоретических знаниях, объяснить полученные в практической работе данные. Студент на основе своих знаний должен попытаться представить механизмы, лежащие в основе наблюдаемых явлений. Он должен уметь объяснить, какое значение обнаруженное явление имеет в работе целого организма. Также необходимо сравнить результаты с нормой и с результатами, полученными другими студентами и объяснить имеющиеся различия.

**Выводы.** В них кратко, по пунктам, необходимо перечислить основные результаты и закономерности, обнаруженные в эксперименте. Например: «При увеличении частоты стимула от ... Гц до ... Гц наблюдалось изменение следующих параметров сократительного ответа мышечного волокна... Дальнейшее увеличение частоты стимула приводило к ... ». Не надо еще раз разъяснять механизмы наблюдаемых явлений – они уже изложены в разделе «Обсуждение».

Таким образом, лабораторный отчет (протокол) должен быть кратким и объективным. Ключевым моментом является законченность и логичность изложенного материала.

К сдаче практической работы допускаются только те студенты, чьи работы оформлены по вышеприведенному плану.

По итогам выполненных работ студент должен уметь в устной форме объяснить полученные результаты. Основное внимание в подготовке к сдаче практической работы должно уделяться теоретической основе изучаемого явления. Базируясь на полученных знаниях, студент должен уметь объяснить изучаемое явление. При необходимости должен продемонстрировать полученные практические навыки. Необходимо знать общие принципы работы используемого в лаборатории оборудования.

## 1. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

К возбудимым тканям относят ткани, клетки которых в ответ на раздражение способны генерировать специфический ответ – **потенциал действия (ПД)**. К таким тканям относят нервную, мышечную и секреторную. Возбуждение мышечных клеток приводит к их сокращению, секреторных – к секреции, а основной функцией нервных клеток является генерация возбуждения, проведение и передача возбуждения на другие клетки. Впрочем, имеются и мышечные клетки, как например кардиомиоциты или гладкомышечные клетки, которые способны генерировать возбуждение.

Не всякое раздражение способно вызывать возбуждение в клетках. Минимальная сила стимула, способная вызвать ПД, называется **порогом возбудимости**. Стимулы меньшей силы называют подпороговыми, большей – надпороговыми.

Процессы генерации ПД протекают в мембранных структурах клетки. Мембрана клетки представляет собой сложную, многокомпонентную, двухслойную липидную структуру, включающую в себя различные транспортные белки. Клеточная мембрана избирательно пропускает различные вещества, проницаемость для которых может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от конформационных изменений мембранных белков-транспортёров или состояния липидного бислоя (для неполярных, жирорастворимых соединений). В основе возбудимости клеток лежит **мембранный потенциал покоя (МПП)**, который характеризуется поляризованным состоянием мембраны, при котором внутренняя ее поверхность заряжена отрицательно, а наружная – положительно, при этом разность потенциалов остается неизменной во времени. Процесс генерации ПД сопровождается изменением ионного состава внутри клетки и во внеклеточном пространстве. Надо понимать, что ПД – очень быстрый

процесс и протекает на мембране возбудимой клетки в течение короткого времени (1-300 мс). Знание основ работы возбудимых тканей необходимо для понимания процессов, протекающих в организме в целом.

### 1.1. Знакомство с универсальной установкой для регистрации мышечных сокращений

**Цель работы:** ознакомиться с универсальной установкой для регистрации мышечных сокращений. Понять принцип работы и научиться использовать в ходе практических работ.

Универсальная установка для регистрации мышечных сокращений включает в себя электростимулятор, переключатель между двумя режимами стимуляции (прямая/непрямая), тензодатчик, усилитель сигналов тензодатчика, осциллограф, ванночку для фиксации нервно-мышечного препарата (рис. 1).

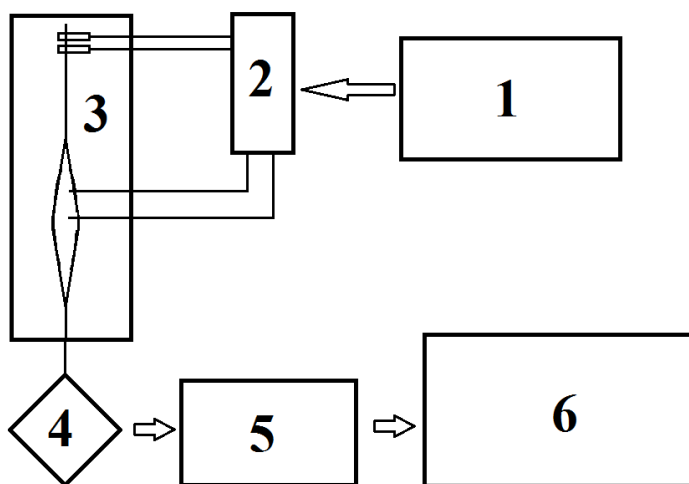


Рис.1. Схема установки для регистрации мышечного сокращения

1 – электростимулятор, 2 – переключатель, 3 – ванночка с нервно-мышечным препаратом, 4 – тензодатчик, 5 – усилитель сигналов, 6 – осциллограф.

Для раздражения препарата используется электростимулятор (1). До включения стимулятора необходимо проверить заземление и отсутствие оголенных проводов. После включения прибора в сеть необходимо

установить переключатель «вид запуска» в положение согласно задачам практической работы. В положении «внутр. запуск» на выходных клеммах прибора будут появляться сигналы с установленной частотой, в положении «внешний разовый запуск» - частота входных сигналов будет определяться частотой нажатия кнопки «разовый запуск». При этом частота, сила и длительность электрического импульса задаются соответствующими переключателями на передней панели стимулятора.

Между выходными клеммами электростимулятора и препаратом находится переключатель (2). С его помощью экспериментатор может устанавливать подачу стимула непосредственно на мышцу (прямая стимуляция) или на нервные волокна, иннервирующие мышцу (непрямая стимуляция).

В рабочую ванночку помещается нервно-мышечный препарат. Ванночка состоит из двух камер - для нерва и для мышцы, между которыми находится перегородка с прорезью для нерва. Камера для нерва снабжена утопленными электродами, мышца стимулируется при помощи подвижных игольчатых электродов, позволяющих мышце свободно сокращаться.

Один конец мышцы фиксируется в рабочей ванночке, второй конец подвязывается ниткой к тензодатчику (4). Сила, вызванная сокращением мышцы, деформирует тензодатчик, меняя его сопротивление. Изменения сопротивления преобразуются усилителем (5) в сигнал, который можно наблюдать на экране осциллографа (6).

## **1.2. Приготовление нервно-мышечного препарата**

Нервно-мышечный препарат лягушки (седалищный нерв - икроножная мышца) – является классическим препаратом для изучения процессов передачи нервного импульса с нервного волокна на мышцу.

**Цель работы:** ознакомиться с методикой приготовления нервно-мышечного препарата.

**Для работы необходимо:** препаровальный набор (пинцет, ножницы,

металлический зонд для обездвиживания лягушки, иголки для фиксации лап, гальванический пинцет, пипетка), чашка Петри, марлевые салфетки, препаровальная доска, раствор Рингера, лягушка (*Rana ridibunda*, *Rana esculenta*, *Rana temporaria*).

#### **Ход работы:**

1. Необходимо обездвижить лягушку путем разрушения спинного мозга;

2. После этого необходимо взять лягушку за задние лапки, повернуть вниз брюшком и, отступив на 1,5 см выше крестца (ростральнее места сгиба), перерезать позвоночник. Дугообразным разрезом вдоль крестца удалить свисающую переднюю половину туловища со всеми внутренними органами (рис.2, п. 1);

3. Держа заднюю половинку туловища левой рукой за позвоночник, правой - (используя марлевую салфетку) снять с них кожу резким движением от себя. Для исключения разбрызгивания крови эту манипуляцию следует проводить над раковиной (рис.2 п. 2,3);

4. Необходимо удалить уростиль (копчиковую кость). Полученный препарат необходимо аккуратно разделить пополам, разрезав его вдоль позвоночника и симфиза (рис.2, п.3, 4);

5. Положите лапку на препаровальную доску, изучите выход корешков, образующих седалищный нерв, отпрепарируйте его до тазобедренного сустава, аккуратно следуя вдоль хода нервного волокна, не прикасаясь к нему, не растягивая и не перекручивая. Необходимо освободить нервное волокно от окружающей ткани. Затем следует положить конечность дорсальной стороной вверх, раздвинуть мышцы бедра, найти седалищный нерв и осторожно освободить его на всем протяжении до коленного сустава. Удалить мышцы и кости выше коленного сустава (рис.2, п.5,6);

6. Перерезать ахиллово сухожилие у пяточной кости, отвести от голени икроножную мышцу и удалить голень ниже коленного сустава. Полученный нервно-мышечный препарат должен состоять из икроножной мышцы,

коленного сустава и седалищного нерва (рис. 2, п.7,8).

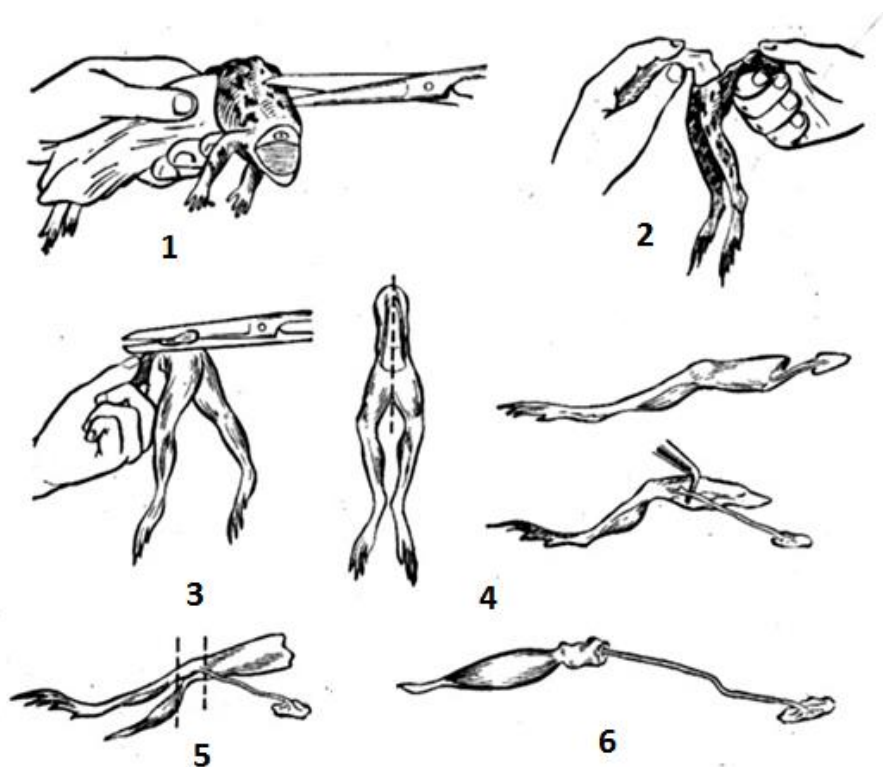


Рис.2 Этапы приготовления нервно-мышечного препарата

1) обездвиживание лягушки и перерезка позвоночного столба; 2) снятие кожи с задних конечностей; 3) удаление уростиля; 4) разделение лапок по срединной линии и отделение седалищного нерва от окружающих тканей; 5) отделение икроножной мышцы с пяточным сухожилием и перерезка бедра и голени; 6) готовый нервно-мышечный препарат

На протяжении всего процесса препаровки необходимо следить, чтобы препарат не высыхал, и смачивать его раствором Рингера. После приготовления препарата необходимо проверить его работоспособность гальваническим пинцетом, в ответ на прикосновение к нерву мышца должна сократиться, если сокращения нет, то нервное волокно повреждено, и препарат не будет работать.

### 1.3. Исследование возбудимости нерва и скелетных мышц

**Возбудимость** – это способность клетки отвечать возбуждением (генерацией потенциала действия) в ответ на раздражение. В экспериментальных условиях сокращение мышцы может быть достигнуто как раздражением самой мышцы (прямое раздражение), так и раздражением нервных волокон, иннервирующих мышцу (непрямое раздражение).

**Цель работы:** изучение процесса сокращения мышцы при прямом раздражении и при раздражении через нервное волокно, сравнить сократительные ответы мышцы при разных способах раздражения. Выявить отличия параметров электрического стимула при непрямой и прямой стимуляции для получения сократительных ответов мышцы. Определить порог возбудимости для нерва (при непрямой стимуляции) и мышцы (при прямой стимуляции).

**Для работы необходимо:** установка для регистрации сократительного ответа (см раб. 1.1.), нервно–мышечный препарат лягушки (см. раб 1.2.).

**Ход работы:** выделенный нервно-мышечный препарат помещается в рабочую ванночку (см раб. 1.1.). В области голени мышца фиксируется иглой, свободный конец мышцы подвязывается ниткой и фиксируется на тензодатчике.

Сначала необходимо определить порог при непрямом раздражении. Для этого переключатель устанавливают в режиме непрямой стимуляции. Далее начинают увеличивать силу одиночного стимула постепенно на одно деление, начиная от 0 В. Силу раздражения увеличивают до тех пор, пока не получают сократительный ответ мышцы.

Далее игольчатые электроды вводят в мышцу, и переводят установку на прямое раздражение. Для этого переключатель устанавливают в режиме прямой стимуляции. После этого начинают увеличивать силу стимула постепенно на одно деление, начиная от 0 В, до момента получения сократительного ответа мышцы.

**Результаты работы и оформление:** необходимо сравнить полученные величины между собой и сделать вывод о возбудимости нервной и мышечной ткани.

#### **1.4. Развитие утомления в нервно-мышечном синапсе**

**Утомлением** называется временное снижение работоспособности в результате предшествующей работы. При этом утомление в живом организме в целом и в его отдельных системах и тканях проявляется по-разному. В организме выделяют центральные-нервные механизмы утомления и утомление, связанное с работой отдельных систем органов и органами, например, может быть связано с изменениями в деятельности вегетативной нервной системы и желез внутренней секреции. В скелетных мышцах происходит снижение всех физиологических параметров сокращения: скорости нарастания и снижения силы мышцы, скорости укорочения мышцы, работы и мощности. В основе снижения работоспособности скелетной мышцы лежит истощение энергетических субстратов и накопления продуктов метаболизма. Проводящая часть нервной клетки фактически неутомима и снижение работоспособности в основном локализуется в области синаптического контакта.

**Цель работы:** исследовать процессы утомления в нервно-мышечном синапсе.

**Для работы необходимо:** нервно-мышечный препарат лягушки (см. раб.1.2), марлевые салфетки, инструменты для препарирования, препаровальный стол, чашка Петри, гальванический пинцет, установка для регистрации сократимости мышцы (см раб. 1.1.).

**Ход работы:** следует поместить нервно-мышечный препарат в рабочую ванночку (см раб. 1.3). Необходимо раздражать препарат в режиме непрямого раздражения, до выявления пороговой силы стимула. После этого необходимо увеличивать частоту до полного исчезновения мышечных сокращений. Затем необходимо перейти в режим прямой стимуляции, необходимо найти пороговую силу раздражения и выставить частоту



стимуляции, ранее выставленной для непрямого раздражения. Зафиксируйте параметры стимуляции для непрямого и прямого раздражения и полученные результаты в тетради, оформите все в виде графика, в котором следует отобразить время сокращений при прямом и непрямом раздражении мышцы.

**Результаты работы и оформление:** в выводах необходимо сформулировать зависимость длительности сократительной активности изолированной мышцы от типа раздражения: прямого и непрямого. Почему после прекращения сокращений при непрямой стимуляции, при переключении режима на прямую стимуляцию наблюдалось возобновление сократительной активности? Необходимо объяснить разницу в реакции на разный тип стимуляции.

### **1.5. Зависимость амплитуды мышечного сокращения от силы раздражения**

Одним из параметров, определяющих силу сократительного ответа мышцы, является сила раздражения. Также важными факторами является количество вовлеченных двигательных единиц, диаметр поперечного сечения мышцы и т.д.

**Цель работы:** исследовать зависимость величины сокращения икроножной мышцы лягушки от силы раздражения.

**Для работы необходимо:** нервно-мышечный препарат лягушки (см. раб.1.2), марлевые салфетки, инструменты для препарирования, препаровальный стол, чашка Петри, гальванический пинцет, установка для регистрации сократимости мышцы (см раб. 1.1.).

**Ход работы:** Следует поместить нервно-мышечный препарат в рабочую ванночку (см раб. 1.3). Необходимо раздражать препарат в режиме непрямого раздражения, начиная от пороговой силы стимула, каждый раз увеличивая значение амплитуды стимула на 1 деление. Сокращения регистрируются в режиме замедленной записи сигналов на осциллографе, либо же необходимо останавливать запись после каждого сигнала. Зафиксируйте параметры стимуляции для каждого сократительного ответа

мышцы в тетради, оформите все в виде графика, в котором следует отобразить величину напряжения в вольтах для каждого из полученных сократительных ответов (рис 3).

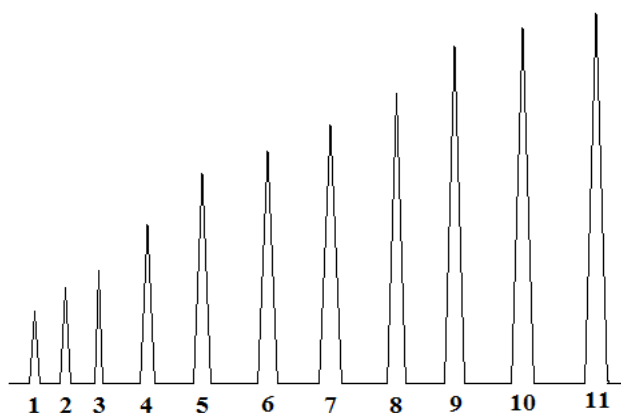


Рис. 3 Пример записи, демонстрирующей зависимость амплитуды одиночного сокращения икроножной мышцы лягушки от силы раздражения

Сокращение при пороговой величине напряжения будет минимальным, затем оно увеличивается, и при некоторой величине стимула (ее необходимо также зафиксировать) достигает максимума, то есть при дальнейшем увеличении силы стимула уже не будет расти амплитуда сокращения.

**Результаты работы и оформление:** в выводах необходимо сформулировать зависимость амплитуды сокращений изолированной мышцы от силы раздражения («лестничная» зависимость). Необходимо объяснить разницу в реакции на возрастающий стимул одиночного мышечного волокна и целой мышцы. Объяснить причины градуального нарастания ответа и, затем, причины установления максимального ответа и отсутствия прироста амплитуды сокращения даже при увеличении силы стимула.

### 1.6. Одиночное и тетаническое мышечное сокращение

Одиночным сокращением называется сокращение мышцы в ответ на одиночный стимул. Продолжительность сокращения при одиночном раздражении длится сотые доли секунды. Сократительному ответу мышцы предшествует латентный период - время от момента нанесения раздражения

до начала сокращения, он приблизительно равен 0.01 с. Первая фаза сократительного ответа – восходящая часть, которая соответствует укорочению мышечных волокон, длительность которой равна 0,05-0,06 с. Нисходящая фаза соответствует расслаблению мышечных волокон, и равна 0,05 с.

В нормальных, физиологических условиях мышечная активность не проявляется в виде одиночных сокращений. Центральная нервная система (ЦНС) посылает мышце стимулы с большей частотой, чем при одиночном мышечном сокращении, и мышца после сокращения не всегда успевает прийти в состояние расслабления перед следующим сокращением. В этом случае происходит суммация сокращений, которую называют состоянием «хронического сокращения» или тетанусом.

В экспериментальных условиях тетанус можно получить на нервно-мышечном препарате, задавая высокочастотную стимуляцию. Когда задается сравнительно небольшая частота раздражения, при которой каждый последующий стимул попадает в фазу расслабления мышцы, наблюдается неполный, или зубчатый тетанус (рис.4 Б)

Увеличивая же частоту раздражения можно добиться наложения следующего сокращения на фазу укорочения мышцы, и как следствие, фаза расслабления наблюдаться не будет - такой тип тетануса называется гладким или полным тетанусом (рис.4).

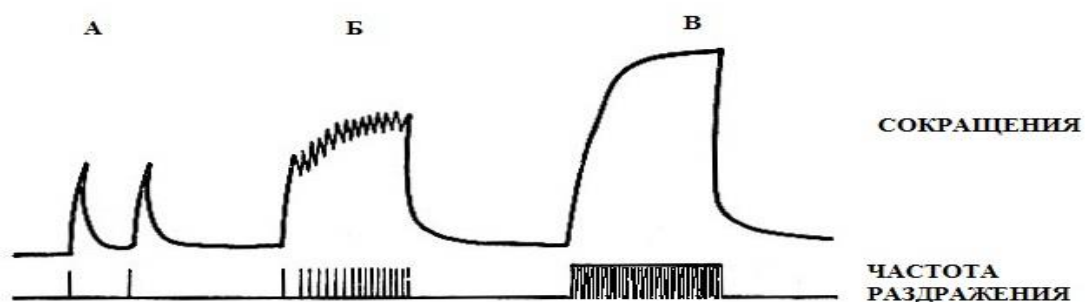


Рис. 4 Зависимость видов мышечного сокращения от частоты раздражения  
А) одиночные сокращения; Б) зубчатый тетанус; В) гладкий тетанус.

**Цель работы:** зарегистрировать одиночное и тетаническое сокращение скелетной мышцы и изучить условия, при которых возникают разные виды сократительной активности мышцы. Уметь объяснить природу возникновения гладкого и зубчатого тетануса.

**Для работы необходимо:** нервно-мышечный препарат лягушки (см. раб.1.2.), препаровальный набор, марлевые салфетки, установка для регистрации сократительных ответов мышцы (см. раб.1.1.), раствор Рингера.

**Ход работы:** необходимо поместить нервно-мышечный препарат в рабочую ванночку установки. На панели управления стимулятора тумблер «вид запуска» установить в положение - «внутр. запуск», тумблер «частота» - в положение «1 имп/с», переключатель и тумблер «длительность» - в положение «0.5 мс», тумблер «амплитуда» - «0 В». Найдите пороговое сокращение мышц, постепенно увеличивая силу стимула. Запишите кривую одиночного сокращения мышцы при силе раздражения больше пороговой, зафиксируйте его в рабочей тетради. Затем, изменяя частоту стимуляции, запишите кривую сокращения мышцы при частотах: 3, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100 имп/с, последовательно фиксируйте изменения графического отображения сокращения.

Для теоретического расчета частот стимуляции, при которых будут проявляться различные виды сократительной активности, используйте длительность латентного периода, фазы укорочения и фазы расслабления. Для получения зубчатого тетануса каждый последующий стимул должен приходиться на фазу расслабления мышцы, значит, чтобы найти период стимуляции ( $T$  – время между двумя стимулами) необходимо просуммировать длительность латентного периода, фазы укорочения и частично (к примеру, половину) фазы расслабления. Для возникновения гладкого тетануса каждый следующий стимул должен приходиться на фазу укорочения мышцы. Следовательно, чтобы найти период стимуляции необходимо сложить длительность латентного периода и часть длительности

фазы укорочения мышцы.

Затем, найдем частоту стимуляции по формуле:

$$\nu=1/T,$$

где  $\nu$  - это частота стимуляции, Гц

T – период стимуляции, с

**Результаты работы и оформление:** необходимо измерить высоту кривых одиночного сокращения, гладкого и зубчатого тетануса. Полученные данные отразите в рабочей тетради в виде графика зависимости амплитуды сократительного ответа от частоты стимуляции. Измерьте длительность одиночного мышечного сокращения. Рассчитайте теоретические значения частоты стимуляции для получения зубчатого тетануса и гладкого тетануса. Сравните с результатами, полученными практически.

### **1.7. Исследование сократительной активности гладкой мускулатуры лягушки**

Все физиологические процессы в гладкой мышце протекают очень медленно. Период сокращения гладкой мышцы длится 80-100 с. Причем период укорочения в 5 раз короче периода расслабления, т.е. на восходящее колено кривой мышечного сокращения приходится всего 15-20 с. Латентный период несколько секунд. Возбудимость гладкой мышцы значительно ниже возбудимости поперечнополосатой, поэтому для ее раздражения отдельными стимулами нужно применить очень большую силу тока.

**Цель работы:** запись кривой сокращения гладкой мышцы желудка и кишечника лягушки.

**Для работы необходимо:** лягушка, препаровальный набор, установка для регистрации сократимости.

**Ход работы:** необходимо произвести препаровку лягушки. Из желудка вырезается кольцо шириной 5 мм. Кольцо разрезают поперек и снимают слизистую оболочку. Один конец полоски неподвижно фиксируют в рабочей

ванночке булавкой, второй конец подвязывают ниткой и прикрепляют к тензодатчику. Накладывают игольчатые электроды на препарат. Возбудимость гладкой мышцы значительно ниже возбудимости поперечнополосатой мышцы, поэтому для ее раздражения требуется ток большей силы. Осциллограф настраивается на медленную запись сигнала. Наносится разовый импульс, если эффекта нет, то можно применить короткое ритмическое раздражение. То же самое необходимо проделать и с отрезком кишечника лягушки.

**Результаты работы и оформление:** зафиксируйте полученные результаты в рабочей тетради, сравните результаты, полученные на желудке и кишечнике лягушки, с ранее полученными результатами по сократимости икроножной мышцы лягушки.

### **1.8. Исследование проведения возбуждения по нервному волокну**

В периферических нервных волокнах возбуждение распространяется только вдоль нервного волокна, не передаваясь на соседние, которые находятся в том же нервном стволе. В миелиновых нервных волокнах роль изолятора выполняет миелиновая оболочка. Это связано с тем, что за счёт изоляции увеличивается удельное сопротивление и уменьшается электрическая ёмкость оболочки. В безмиелиновых нервных волокнах возбуждение обычно проводится также изолированно, так как сопротивление жидкости, заполняющей межклеточные щели значительно ниже сопротивления мембраны нервных волокон. Основная часть тока, возникающего между возбужденными и покоящимися участками мембраны, проходит по межклеточным щелям, не передаваясь на соседние волокна.

В живом организме нервный импульс (ПД) возникнув в нейроне, передается центростремительно от сомы к терминальному окончанию. Двусторонняя проводимость нервного волокна ограничена в организме местом возникновения импульса и механизмом инактивации ионных каналов. В экспериментальных условиях возможно моделирование

проведения нервного импульса в двух направлениях – центростремительно и центробежно, при раздражении нервного волокна между собой нейрона его терминальным окончанием.

Законы проведения возбуждения по нерву:

- 1) Двустороннее проведение – возбуждение по аксону распространяется в обе стороны от места нанесения стимула;
- 2) Изолированное проведение – в составе нервного ствола, возбуждение по различным нервным волокнам проводится изолированно;
- 3) Сальтаторное проведение – по миелинизированным волокнам возбуждение распространяется сальтаторно, скачкообразно – от одного перехвата Ранвье к другому;
- 4) Бездекрементное проведение – ПД распространяется по аксону без декремента, или без затухания;
- 5) Закон анатомической и физиологической целостности – проведение возбуждения по нервному волокну возможно только при условии анатомической и физиологической целостности этого волокна;

**Цель работы:** воспроизвести в эксперименте законы проведения возбуждения в нервных волокнах и объяснить их природу.

**Для работы необходимо:** лягушка, препаровальный набор, препаровальная доска, электростимулятор, электроды для раздражения нерва, раствор Рингера, раствор аммиака или хлороформа, ватные фитилечки.

**Ход работы:**

1. Приготовить препарат задних лапок лягушки. Зафиксировать препарат за позвоночник в висячем положении на штативе (рис.5 А).

2. Под каждый спинномозговой корешок пинцетом подвести лигатуру. Поддерживая нервный корешок при помощи лигатуры, подвести под него электроды и раздражать током пороговой силы. Наблюдать, какие группы мышц будут сокращаться. Повторить опыт, подводя электроды таким же образом под другие корешки, зафиксировать полученные данные в рабочей

тетради.

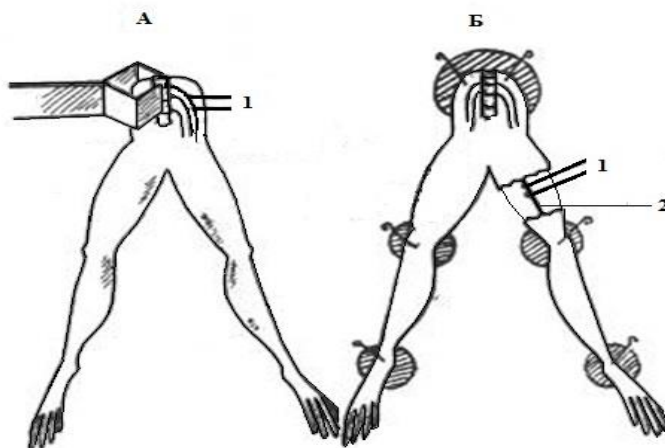


Рис. 5. Схема проведения экспериментов, подтверждающих законы проведения возбуждения в нервных волокнах

А - воспроизведение закона изолированного проведения возбуждения по нервному волокну; Б - исследование двустороннего проведения возбуждения по нервному волокну. (1 – раздражающие электроды, 2 – обнаженный седалищный нерв)

Зафиксировать препарат задних лапок лягушки булавками на препаровальном столике. На дорсальной поверхности бедра разрезать кожу, раздвинуть мышцы и стеклянным крючком выделить седалищный нерв. Нанести частые раздражения током сверхпороговой силы на обнаженный участок седалищного нерва и наблюдать сокращения мышц бедра и голени выше и ниже места разреза. Полученные результаты записать в рабочую тетрадь.

**Результаты работы и оформление:** необходимо записать полученные наблюдения в тетрадь, сделать выводы.

### 1.9. Значение физиологической целостности нерва для проведения возбуждения

Для нормального функционирования мышц необходимо наличие контроля их работы со стороны ЦНС. Нормальное проведение ПД от ЦНС к



мышцам зависит от целостности нерва, который иннервирует мышцу. К нарушению проведения сигнала могут привести травмы, нейро-дегенеративные заболевания, приводящие к структурным изменениям в нервном волокне. Временное нарушение проведения ПД возможно при применении лекарственных препаратов, например, во время оперативного вмешательства.

**Цель работы:** в условиях эксперимента надо выяснить последствия различных манипуляций с нервным волокном на функционирование мышцы.

**Для работы необходимо:** лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, препаровальная доска, чашка Петри, гальванический пинцет, установка для регистрации мышечных сокращений, раствор Рингера, лед, новокаин, аммиак.

**Ход работы:** препарирование лягушки проводится согласно вышеописанному методу (см. раб. 1.1.). Нервно-мышечный препарат помещается в рабочую ванночку. Седалищный нерв фиксируется на электродах. Параметры электростимулятора подбираются до момента получения стабильного сократительного ответа. После этого на нерв (между мышцей и электродами) помещается капля аммиака и следует стимул. Полученные результаты фиксируются в рабочей тетради. Затем необходимо несколько раз поменять раствор в камере для нервного волокна и снова простимулировать седалищный нерв, зафиксировать результаты. То же самое повторить с новокаином, и также зафиксировать полученные результаты.

На нервное волокно посередине наложить лигатуру и раздражать нерв между лигатурой и проксимальным концом нерва; между мышцей и наложенной лигатурой.

**Результаты работы и оформление:** необходимо сравнить полученные результаты и сделать выводы. Ответьте на вопросы: в каком случае наблюдается сокращение? В каком случае его нет и почему?

## **1.10. Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти**

Важнейшими свойствами мышц, отражающими их работоспособность, являются их сила и выносливость. **Сила мышц** – это их способность преодолевать внешнее сопротивление. Обычно на практике используют такой параметр, как максимальная сила мышц – наибольшая сила, которую может развивать мышца при произвольном сокращении. Например, для определения максимальной силы сжатия кисти используют кистевой динамометр. Однако только показатели силы неполно отражают работоспособность человека. Известно, что очень часто люди с одинаковой силой утомляются по-разному. И действительно, опыты показали, что если попросить человека непрерывно сжимать динамометр с усилием, равным половине силы кисти, то один человек выдерживает всего 35-45 с, а другой 160-170 с, хотя их максимальная сила может быть совершенно одинакова. Поэтому, наряду с силой мышц, учитывают и их выносливость. **Выносливость мышц** характеризуется временем, в течение которого нагруженная мышца сохраняет работоспособность. Принято различать следующие виды выносливости:

- общую – способность выполнять динамическую работу определенной интенсивности длительное время;
- специфическую – способность к продолжительному эффективному выполнению определенного вида работы;
- силовую – длительная, максимально интенсивная динамическая работа в сочетании со статическими усилиями;
- скоростную – способность производить максимально быстрые движения продолжительное время;
- статическую – непрерывное, длительное поддержание мышечных усилий (напряжение мышц).

**Цель работы:** овладеть методикой исследования максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти.

**Для работы необходимо:** кистевой динамометр, секундомер.

**Ход работы:** испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с кистевым динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Свободная рука опущена и расслаблена. По сигналу испытуемый дважды выполняет максимальное усилие на динамометре, с промежутком между сжатиями 10-15 с. Оценка силы мышц производится по лучшему результату, его и берут за исходное значение. Затем испытуемый выполняет 10 раз максимальные усилия с частотой один раз в 5 с. То же самое повторить для другой руки. Результаты фиксируйте в тетради и определите работоспособность мышц по следующей формуле:

$$P = (F1 + F2 + F3 + \dots + Fb) / b$$

Где  $P$  – уровень работоспособности мышцы;

$F1-Fb$  – показатели динамометра при отдельных мышечных усилиях;

$b$  – количество повторений.

Полученный результат используют для определения показателя снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(F1 - F_{min}) / F_{max}] \times 100$$

где:

$S$  – показатель снижения работоспособности мышц;

$F1$  – величина начального мышечного усилия;

$F_{min}$  – минимальная величина мышечного усилия;

$F_{max}$  – максимальная величина мышечного усилия.

**Результаты работы и оформление:** необходимо вычислить и записать в протокол силу, уровень работоспособности и показатель снижения работоспособности мышц по результатам десятикратных измерений. Постройте график снижения работоспособности мышц: на оси абсцисс отложите порядковые номера усилий, на оси ординат показатели

динамометра при каждом усилии. Сравните результаты правой и левой руки и результаты, полученные у нескольких испытуемых.

В выводах необходимо дать понятие о силе мышц. Отметить факторы, определяющие силу и выносливость мышц.

### **1.11. Запись кривых утомления мышцы сгибателя указательного пальца с помощью эргографа**

При непрерывной стимуляции напряжение, развиваемое мышцами, со временем ослабевает, несмотря на то, что поступление стимулов продолжается. Уменьшение мышечного напряжения, вызванное предшествующей сократительной активностью, называется мышечным утомлением. Другие признаки утомления – уменьшение скорости укорочения и расслабления мышц. Момент начала утомления, и скорость его развития зависят от типа мышечных волокон, входящих в состав мышцы, а также от интенсивности и длительности работы.

В конце позапрошлого столетия физиологи начали изучать отдельные проявления утомления. Итальянский ученый Моссо для исследования процесса мышечного утомления предложил **эргографический метод**. С помощью прибора – **эргографа** можно изучить влияние ритма выполняемой работы и величины поднимаемого груза на скорость возникновения утомления. Суть эргографического метода состоит в том, что испытуемому предлагают, путем сгибания и разгибания пальца верхней конечности, поднимать и опускать груз определенной величины согласно сигналам метронома. Движения пальца регистрируют на осциллографе. Кривую мышечных сокращений, зарегистрированную с помощью эргографа, называют эргограммой (рис. 6). Установлено, что на развитие утомления в первую очередь оказывает ритм выполняемой работы.

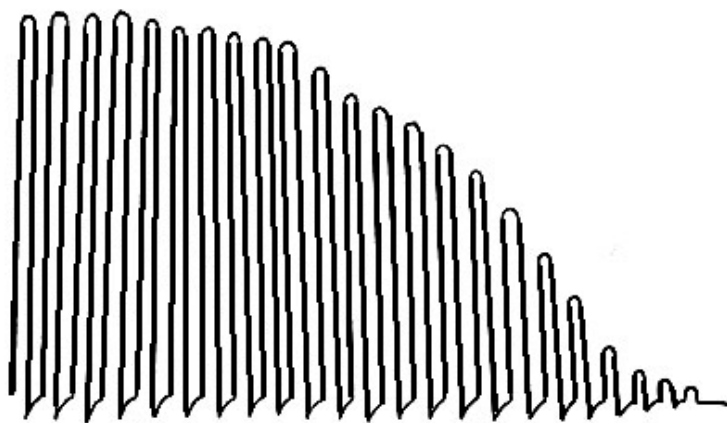


Рис. 6. Эргограмма

**Цель работы:** исследовать утомление мышц на примере мышцы сгибателя указательного пальца руки.

**Для работы необходимо:** эргограф Моссо, грузы различного веса, метроном.

**Ход работы:** испытуемый должен принять удобное положение, сидя у стола с эргографом, обхватить держатель эргографа ладонью, зафиксировав неработающие пальцы. Затем он должен захватить указательным пальцем петлю троса. На другой конец троса подвешивается груз с соответствующим весом, согласно задачам практической работы. При поднимании груза перемещается ползунок, который связан с осциллографом, фиксирующим движение.

- 1) Необходимо выставить на метрономе ритм с частотой 60 в минуту. К тросу подвешивается груз весом 1 кг и производится запись до момента утомления, фиксируется время утомления. Затем производится смена груза на 0,5 кг и производится дальнейшая запись при том же ритме метронома.
- 2) Затем необходимо выставить метроном на ритм с частотой 90 в минуту со сменой груза как в задании 1 (вначале – 1 кг, затем меняем вес на 0,5 кг).

После каждого упражнения необходимо делать перерывы 10-15 минут.

**Результаты работы и оформление:** сравните форму кривых утомления и время наступления утомления у всех обследованных испытуемых при различных условиях нагрузки. По временным параметрам

наступления утомления испытуемых постройте график, объясните полученные данные.

Рассчитайте работу, выполняемую во время одного мышечного сокращения для подъема груза разной массы по формуле:

$$W = h \cdot m \cdot 10 \text{ н/кг},$$

где  $h$  – высота подъема груза в м,

$m$  – масса груза, 10 н/кг – ускорение свободного падения.

Затем, рассчитайте работу, выполненную при каждом режиме нагрузки по формуле:

$$W_{\text{общ}} = (h \cdot m \cdot 10 \text{ н/кг}) N,$$

где  $N$  – количество движений, выполненных при этом режиме нагрузки,

$$N = F t,$$

где  $F$  – частота движений (60 или 90 дв/мин),  $t$  – общее время выполнения этой нагрузки. Сравните вычисленную работу для каждой нагрузки. Сделайте вывод о влиянии ритма и величины нагрузки на работу мышц.

### Контрольные вопросы

1. Понятие возбудимости, виды возбудимых тканей.
2. Строение мембраны возбудимых клеток. Транспорт веществ.
3. Понятие потенциала покоя (ПП) и потенциала действия (ПД).
4. Порог раздражимости возбудимой клетки. Явление суммации.
5. Строение нервных волокон и особенности распространения ПД
6. Законы проведения возбуждения по нервному волокну.
7. Типы мышечной ткани. Строение поперечно-полосатых мышц
8. Прямое и не прямое раздражение мышцы, изменение силы мышечных сокращений при разных параметрах стимуляции.
9. Строение химического синапса. Особенности проведения возбуждения в нервно-мышечном синапсе

10. Рассказать о типах мышечного сокращения (одиночное сокращение, зубчатый тетанус, гладкий тетанус).
11. Явление утомления в изолированном нервно-мышечном препарате и в мышцах.
12. Механизм сокращения скелетной мышцы. Электромеханическое сопряжение.
13. Особенности строения и типы гладких мышц
14. Механизм сокращения гладких мышц.

## **2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

Центральная нервная система (ЦНС) выполняет в организме интегративную функцию, объединяя в единое целое все ткани и органы организма. Она регулирует тонус мышц, инициирует все виды двигательной активности, контролирует работу вегетативных органов, отвечает за связь организма с окружающей средой, обеспечивая его приспособление к факторам внешней среды. К ЦНС относят головной и спинной мозг.

Спинной мозг представляет собой тяж, длиной 45 см у мужчин и около 42 см у женщин. Он имеет сегментарное строение (31-33 сегмента). Каждый его сегмент связан с определенной частью тела. Спинной мозг состоит из пяти отделов: шейный (C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>), грудной (Th<sub>1</sub>-Th<sub>12</sub>), поясничный (L<sub>1</sub>-L<sub>5</sub>), крестцовый (S<sub>1</sub>-S<sub>5</sub>) и копчиковый (Co<sub>1</sub>-Co<sub>3</sub>). В процессе эволюции в спинном мозге сформировалось два утолщения: шейное (сегменты, иннервирующие верхние конечности) и пояснично-крестцовое (сегменты, иннервирующие нижние конечности), как результат повышенной нагрузки на эти отделы. В указанных утолщениях соматические нейроны наиболее крупные. Общее количество нейронов спинного мозга – около 13 млн. Из них 3% - мотонейроны, 97% - вставочные нейроны, из которых часть относятся к вегетативной нервной системе.

Головной мозг – высший отдел ЦНС, отвечает за психическую деятельность и выполнение интегративных функций. Он включает в себя следующие отделы: ствол мозга (продолговатый мозг, варолиев мост, средний и промежуточный мозг), мозжечок, конечный мозг (кора больших полушарий). В состав ствола мозга входит большое количество ядер, восходящих и нисходящих путей. Важное функциональное значение имеет находящаяся в стволе мозга ретикулярная формация. Мозжечок — непарное образование: располагается позади продолговатого мозга и моста мозга, сверху прикрыт затылочными долями больших полушарий. При удалении или повреждении мозжечка наблюдаются следующие двигательные расстройства:



**Атония** - исчезновение или ослабление мышечного тонуса, **астения** - снижение силы мышечных сокращений, **астезия** - потеря способности к слитным сокращениям, **тремор** – подрагивание конечности, особенно в начале и в конце движения, **дисметрия** – неспособность оценки расстояния до предмета и интенсивности движения; **дизартрия** – нарушение речевой функции вследствие поражения мозжечка, нечленораздельная речь. Весь комплекс двигательных расстройств при поражении мозжечка получил название **мозжечковой атаксии**. Свое влияние мозжечок реализует через ядерные образования среднего и продолговатого мозга, а также через двигательные нейроны спинного мозга. Так как мозжечковые пути имеют двойной перекрест, при одностороннем повреждении мозжечка нарушаются движения ипсилатеральной стороны тела (например, при правостороннем повреждении больной заваливается направо). Кора большого мозга является высшим отделом ЦНС, осуществляющим не только моторные и сенсорные функции, но также и высшие интегративные функции и высшую нервную деятельность.

## **2.1. Исследование сухожильных рефлексов у человека**

**Рефлекс** – это ответная реакция организма на действие внешних и внутренних стимулов при участии нервной системы. Морфологической основой рефлекса является рефлекторная дуга, которая включает в себя пять компонентов: рецептор, чувствительный или афферентный нерв, центральное звено – участок ЦНС, двигательный или эфферентный нерв, исполнительный орган – эффектор (рис. 7).

Рецепторы воспринимают раздражители различной модальности (физические, химические и т.д.) и преобразуют в нервные импульсы. Афферентные (центроостремительные) нервные волокна представляют собой аксоны чувствительных нейронов, по которым импульсы передаются с периферии в центральную нервную систему. Центральное звено рефлекса представлено одним или несколькими вставочными нейронами,

располагающимися в ЦНС, которые переключают импульсы с чувствительных нейронов на эфферентные (двигательные) нейроны. Эфферентные нервные волокна (аксоны двигательных нейронов) передают информацию исполнительному органу (эффектору).

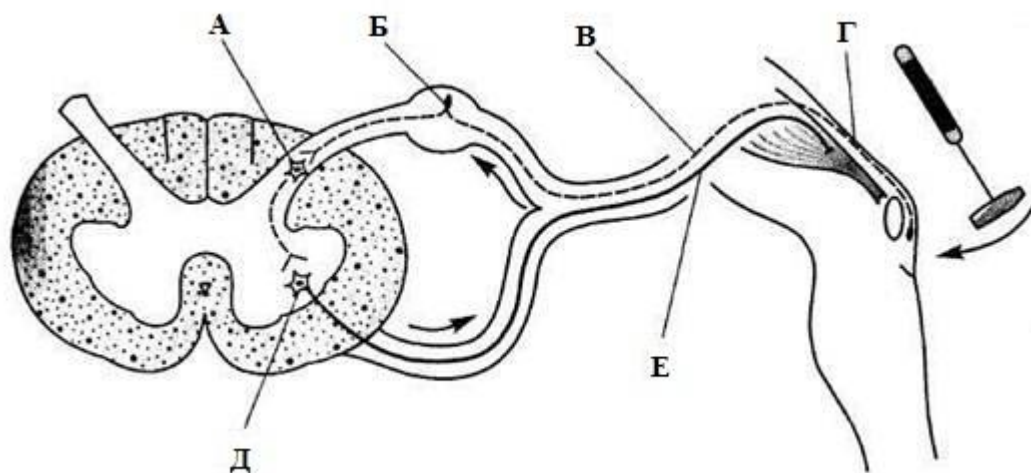


Рис. 7 Рефлекторная дуга коленного рефлекса

А - тело вставочного нейрона; Б – тело чувствительного нейрона; В – чувствительное волокно; Г – рецептор; Д –двигательный нейрон (мотонейрон); Е – двигательное волокно.

По локализации центральных нейронов рефлексы подразделяются на спинальные (в спинном мозге), бульбарные (в продолговатом мозге) и др. Исходя из того, какой отдел центральной нервной системы участвует в реализации рефлекторной реакции, рефлексы подразделяются на соматические и вегетативные. Исследование некоторых рефлексов используется в клинической медицине в диагностических целях.

Сухожильные или спинальные проприоцептивные рефлексы возникают при механическом воздействии на проприорецепторы (рецепторы мышц, сухожилий и суставов).

**Цель работы:** исследовать сухожильные рефлексы

**Для работы необходимо:** перкуссионный молоточек, кушетка.

**Ход работы: рефлекс с сухожилия двуглавой мышцы плеча** вызывается ударом молоточка по сухожилию мышцы в области локтевого сгиба. Исследование этого рефлекса возможно в двух положениях (рис. 8.1). В ответ на удар происходит сгибание руки в локтевом суставе. В осуществлении этого рефлекса принимают участие волокна мышечно-кожного нерва идущие от сегментов  $C_V$ - $C_{VI}$  спинного мозга.

**Рефлекс с сухожилия трехглавой мышцы плеча** вызывается ударом молоточка по сухожилию этой мышцы также в области локтевого сустава. Рука испытуемого согнута в локтевом суставе и поддерживается рукой исследователя (рис. 8.2). В ответ на удар молоточка происходит разгибание в локтевом суставе. В осуществлении рефлекса принимают участие волокна лучевого нерва, сегменты  $C_{VI}$  -  $C_{VII}$  спинного мозга.

**Коленный рефлекс** вызывается ударом молоточка по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже коленной чашечки. В ответ на удар молоточка происходит разгибание голени. Исследуемый сидит, опираясь носками о пол, на краю стула, ноги согнуты в коленных суставах под тупым углом (рис. 8.3). У детей часто коленные рефлексy вызываются с трудом. В таких случаях применяются следующие методы: метод Ендрассика – в момент исследования коленного рефлекса, исследуемый с силой тянет согнутые и сцепленные в замок пальцы рук, при этом считает, рассказывает и т. д.; метод Новинского - исследуемый с силой растягивает резиновое кольцо; метод Монтемеццо - исследуемый производит сильный наклон туловища вперед. В осуществлении рефлекса принимают участие волокна бедренного нерва, сегменты  $L_{II}$ -  $L_{IV}$  спинного мозга.

**Ахиллов рефлекс** вызывается ударом молоточка по ахиллову сухожилию. Исследуемый становится на стул коленями так, чтобы обе стопы свободно свисали (рис. 8.4). В ответ на удар молоточком происходит подошвенное сгибание стопы. В осуществлении рефлекса принимают участие волокна седалищного нерва, сегменты  $S_I$  -  $S_{II}$  спинного мозга.

**Пястно-лучевой рефлекс.** ПеркуSSIONным молоточком наносится удар по шиловидному отростку лучевой кости (рис 8.5). В ответ в норме наблюдается сгибание руки в локтевом суставе и пронация предплечья. В осуществлении рефлекса принимают участие сегменты  $C_V$ - $C_{VI}$  спинного мозга.

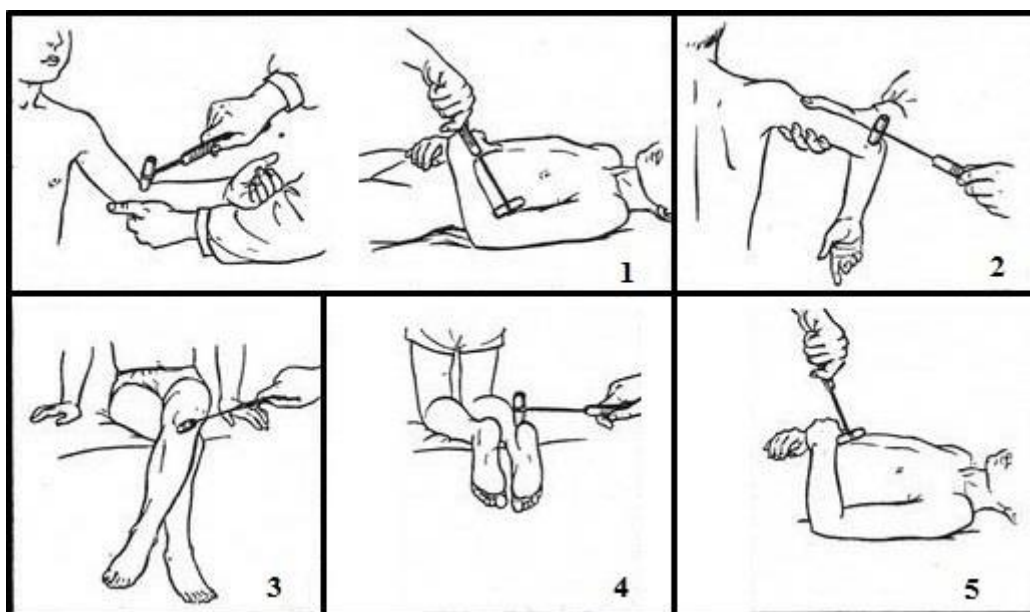


Рис. 8. Определение нормальных и патологических рефлексов

1. Рефлекс с сухожилия двуглавой мышцы плеча. 2. Рефлекс с сухожилия трехглавой мышцы плеча. 3. Коленный рефлекс. 4. Ахиллов рефлекс. 5. Пястно-лучевой рефлекс.

**Результаты работы и оформление:** зафиксируйте полученные результаты в рабочей тетради. Сравните выраженность рефлексов и силу удара молоточка на обеих сторонах тела. Объясните механизм возникновения сухожильных рефлексов, назовите афферентные и эфферентные проводящие пути, участвующие в том или ином рефлекторном ответе.

## **2.2. Исследование рефлексов продолговатого мозга (бульбарные рефлексy)**

Продолговатый мозг, так же как и спинной, выполняет две функции – рефлекторную и проводниковую. Из продолговатого мозга и моста выходят восемь пар черепных нервов (с V по XII) и он, так же как и спинной мозг, имеет прямую чувствительную и двигательную связь с периферией. По чувствительным волокнам он получает импульсы – информацию от рецепторов кожи головы, слизистых оболочек глаз, носа, рта (включая вкусовые рецепторы), от органа слуха, вестибулярного аппарата (органа равновесия), от рецепторов гортани, трахеи, легких, а также от интерорецепторов сердечно-сосудистой системы и системы пищеварения.

**Цель работы:** исследовать рефлексy продолговатого мозга.

**Глотательный рефлекс.**

**Ход работы:** испытуемому предлагается сделать несколько глотательных движений подряд. Необходимо обратить внимание на отсутствие глотательного рефлексy, когда во рту не останется слюны.

**Мигательный рефлекс.**

**Для работы необходимо:** карандаш.

**Ход работы:** прикоснитесь тупым концом карандаша или ручки к коже вблизи глаза (внутреннему краю глаза, внешнему краю глаза), к бровям.

**Результаты работы и оформление.**

**Результаты работы и оформление:** необходимо зафиксировать полученные результаты в рабочей тетради. Сравните выраженность реакции для обоих глаз. Прикосновение к какой области вызывает мигательный рефлекс у испытуемого? На уровне каких ядер продолговатого мозга замыкаются наблюдаемые рефлексy?

## **2.3. Наблюдение зрительных рефлексов среднего мозга**

Средний мозг играет немаловажную роль в регуляции движений глаз. В управлении глазодвигательным аппаратом принимают участие

расположенные в среднем мозгу ядра блокового (IV) нерва, который иннервирует верхнюю косую мышцу глаза, глазодвигательного (III) нерва, иннервирующего верхнюю, нижнюю и внутреннюю прямые мышцы, нижнюю косую мышцу и мышцу, поднимающую веко, а также расположенное в заднем мозгу ядро отводящего (VI) нерва, который иннервирует наружную прямую мышцу глаза. Эти ядра участвуют в контроле поворота глаз в любом направлении, в аккомодации глаза, также при фиксации взгляда на близких предметах путем сведения зрительных осей, в осуществлении зрачкового рефлекса (расширение зрачков в темноте и сужение их на свету).

**Цель работы:** исследовать зрительные рефлексы среднего мозга.

**Рефлекс конвергенции:**

**Ход работы:** зафиксируйте свой указательный палец на расстоянии 20 см от глаз испытуемого, попросите его не сводить взгляд с вашего пальца. Медленно приближайте палец к глазам испытуемого, наблюдайте происходящие изменения. Попросите испытуемого перевести взгляд вдаль. Отметьте изменение направления зрительных осей, изменение диаметра зрачка. Зафиксируйте полученные результаты в рабочей тетради, объясните их, укажите, какие ядра среднего мозга задействованы.

**Рефлекс аккомодации:**

**Ход работы:** попросите испытуемого посмотреть на удаленный предмет, затем быстро перевести взгляд на близко расположенный, например ваш указательный палец. Наблюдайте за изменениями, происходящими со зрачком.

**Результаты работы и оформление:** зафиксируйте полученные результаты в рабочей тетради, объясните природу наблюдаемых рефлексов.

## **2.4. Исследование роли мозжечка в регуляции двигательной активности**

В осуществлении координации движений участвуют все отделы ЦНС – от спинного мозга до коры больших полушарий. У человека двигательные

функции достигли наивысшей сложности в результате перехода к вертикальному положению тела (что осложнило задачу поддержания равновесия), специализации передних конечностей для совершения тонких движений, использовании двигательного аппарата для коммуникации (речь, письмо).

Эфферентные сигналы мозжечка участвуют в регуляции активности нейронов вестибулярных (ядро Дейтерса), красных и других моторных ядер ствола мозга, а через них – в регуляции активности вставочных ( $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейронов спинного мозга) и ядер черепных нервов. Кроме того, мозжечок оказывает влияние на состояние активности таламических и корковых нейронов, участвующих в осуществлении движений. Через указанные пути эфферентные сигналы мозжечка участвуют в регуляции тонического напряжения мышц, распределении тонуса в покое и движении, а также силы мышечных сокращений, их координации.

Функции мозжечка в регуляции двигательной активности:

- 1) участвует в регуляции мышечного тонуса, опосредуя свои влияния через ствол мозга;
- 2) обеспечивает положение тела в пространстве;
- 3) обеспечивает координацию движений;
- 4) принимает участие в регуляции произвольных движений.

**Цель работы:** провести ряд физиологических проб для исследования роли мозжечка в двигательной активности.

**Проба Ромберга (оценка координации движений, или проба на атаксию).**

**Ход работы:** попросите испытуемого плотно сдвинуть стопы, голову слегка приподнять, руки опустить вдоль туловища, предложите вытянуть руки вперед (сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами). Пронаблюдайте, может ли он удержать равновесие. В норме человек сохраняет равновесие в позе Ромберга (проба на атаксию отрицательна). Будьте готовы поддержать человека при угрозе потери равновесия.

### **Усложненная проба Ромберга.**

**Ход работы:** попросите испытуемого плотно сдвинуть стопы, голову слегка приподнять, руки вытянуть вперед и развести пальцы, затем закрыть глаза, определите устойчивость позы и время ее удержания. Попросите испытуемого, не открывая глаз, приподнять одну ногу, определите устойчивость позы и время ее удержания. Будьте готовы поддержать человека при угрозе потери равновесия.

Очень хорошо, если в каждой позе испытуемый сохраняет равновесие в течение 15 с, и при этом не наблюдаются пошатывание тела, дрожание (тремор) рук или век. При треморе выставляется оценка «удовлетворительно»; если в течение 15 с равновесие нарушается «неудовлетворительно».

**Тестовая ходьба (оценка координации движений, или проба на атаксию).**

**Ход работы:** предложите испытуемому пройти по комнате вперед и назад по прямой линии с открытыми и закрытыми глазами, ставя ноги так, чтобы носок одной стопы касался пятки другой. По ходу движения испытуемого с закрытыми глазами необходимо подстраховывать. Наблюдайте за походкой.

### **Речь (проба на дизартрию)**

**Ход работы:** предложите испытуемому повторить несколько трудных для произношения слов: землетрясение, самолетостроение, администрирование, энтузиазм, дезоксирибонуклеиновая. Отмечайте, нет ли замедления, растянутости или отрывистости в речи.

### **Проба Бабинского.**

**Ход работы:** попросите испытуемого лечь на кушетку, скрестить руки на груди и затем встать. У людей с поражением мозжечка ноги поднимаются, а тело остается лежать.



### **Пальценосовая проба (на дисметрию и тремор).**

**Ход работы:** попросите испытуемого встать прямо, отвести руку в сторону на уровне плеча и затем медленно перемещать ее обратно, чтобы указательным пальцем (сначала левой, а затем правой руки) дотронуться до кончика носа с открытыми и закрытыми глазами.

**Результаты работы и оформление:** зафиксируйте полученные наблюдения в рабочей тетради, объясните природу наблюдаемых рефлексов.

## **2.5. Рефлексы промежуточного мозга (диэнцефальные рефлексы)**

Функционально в промежуточном мозге выделяют 2 отдела: таламус и гипоталамус. Гипоталамус является высшим подкорковым центром вегетативной регуляции, оказывающим влияние на висцеральные функции организма двумя путями. Во-первых, путем изменения активности вегетативной нервной системы. Передние ядра гипоталамуса являются высшими парасимпатическими центрами, при их возбуждении снижается частота сердцебиения, артериальное давление (АД), понижается энергетический обмен, температура тела, суживаются зрачки и т.д. При возбуждении задних ядер возникает обратная картина, т.к. они являются высшими симпатическими центрами. Во-вторых, гипоталамус влияет на многие функции через регуляцию секреторной функции гипофиза, с которым посредством нервных и сосудистых связей образует единую гипоталамо-гипофизарную систему.

**Цель работы:** исследовать рефлексы промежуточного мозга.

### **Кожные сосудистые рефлексы (метод дермографизма).**

**Для работы необходимо:** карандаш, секундомер.

**Ход работы:** по коже на внутренней стороне предплечья у испытуемого необходимо провести равномерное штриховое движение тупым концом карандаша. По секундомеру отметить время появления и исчезновения красной или белой полосы.

**Результаты работы и оформление:** зафиксировать и объяснить полученные результаты. Разъяснить механизм возникновения кожной реакции на механическое раздражение.

**Глазосердечный рефлекс (рефлекс Даньини - Ашнера).**

У человека при надавливании на глазные яблоки частота сердечных сокращений обычно уменьшается, что объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва. Рефлекторная дуга этого рефлекса состоит из афферентных волокон глазодвигательного нерва, нейронов продолговатого мозга и эфферентных волокон блуждающего нерва, которые оказывают тормозящее влияние на сердце. Рефлекторная реакция появляется через 2-5 с и исчезает через 20-60 с после прекращения воздействия.

**Для работы необходимо:** марлевые салфетки, секундомер, аппарат для измерения АД.

**Ход работы:** попросите испытуемого сесть на стул и расслабиться. Подсчитайте исходную частоту сердечных сокращений (пульс) за 1 минуту, и измерьте АД. Попросите испытуемого закрыть глаза, затем через марлевые салфетки двумя пальцами, указательным и большим, одновременно в течение 20–30 с плавно надавите на оба глаза, не вызывая болезненных ощущений. Сразу же по окончании надавливания подсчитайте пульс и измерьте АД.

**Результаты работы и оформление:** полученные результаты зафиксируйте в рабочей тетради. Объясните возможный механизм изменений частоты сердечных сокращений и АД. Начертите схему рефлекторной дуги глазосердечного рефлекса.

## **2.6. Исследование времени рефлекторной реакции у человека**

**Цель работы:** исследовать время рефлекторной реакции человека на звуковой и световой раздражитель.

**Для работы необходимо:** хронорефлексометр.

**Ход работы:** испытуемый садится в удобной позе перед выносным пультом. Исследование выполняется в условиях относительного покоя.

Приготовьте прибор к работе: нажмите кнопку «сброс» для очищения табло. Переключатель поставьте в положение «свет». На панели прибора выберите один из раздражителей, напр. №2 и нажмите кнопку пуск. Испытуемый должен нажать кнопку на выносном пульте и отпустить ее в момент загорания лампочки. Несколько раз делается приработка, затем следует фиксировать показатели в тетради. Каждый раз необходимо сбрасывать показатели на табло. Для вычисления среднего значения времени реакции на свет сделайте 10 замеров. Проведите исследование времени реакции на звуковой сигнал по той же методике.

**Результаты работы и оформление:** необходимо сравнить полученные результаты исследований. На какой из раздражителей испытуемый реагировал быстрее и с чем это связано?

## **2.7. Регистрация электромиограммы мышц в условиях покоя и напряжения**

**Цель работы:** исследовать электромиограмму мышц предплечья в условиях покоя и при напряжении.

**Для работы необходимо:** BIOPAC набор электродных проводов (SS2L), одноразовые виниловые электроды (EL503), наушники (OUT1), электродный гель (GEL 1) и липкие фиксаторы (ELPAD), очищающее средство для кожи или спиртосодержащий препарат, компьютер с программным обеспечением Biopac Student Lab версия 3.7., основной блок (MP36, MP35 или MP30 с кабелями и блоком питания)

**Ход работы:**

### **Установка оборудования**

1. Включите компьютер. Убедитесь, что устройство BIOPAC MP3X **выключено**.
2. Подключите оборудование следующим образом: Электродный провод (SS2L)- канал 3 (CH 3) Наушники (OUT1) - задняя панель блока (рис. 9 А).

3. Включите блок ВІОРАС МРЗХ.
4. Для первого сегмента регистрации, выберите доминирующее предплечье испытуемого (обычно правое предплечье, если испытуемый правша, или левое - если левша) и присоедините электродные провода (SS2L) в соответствии с цветовым кодом на предплечье, как показано на рис. 9 Б, это будет сегмент 1. Для наилучшего прилегания электродов, их следует разместить на коже как минимум за 5 минут до начала процедуры калибровки. Каждый из зажимных контактов на конце электродного провода нужно присоединить к определённому электроду. Все электродные провода разных цветов. Зажимные контакты фиксируются на электроде только одной стороной.
5. **Запустите** программу Biopac Student Lab.
6. Выберите урок **Урок 01 ЭМГ I -Электромиография** и нажмите «ОК».
7. Внесите уникальное имя файла. Нельзя, чтобы у двух людей было одинаковое имя файла, поэтому используйте индивидуальные названия, например, фамилии, имена и инициалы испытуемого, № группы.
8. Нажмите «ОК». Установка завершена

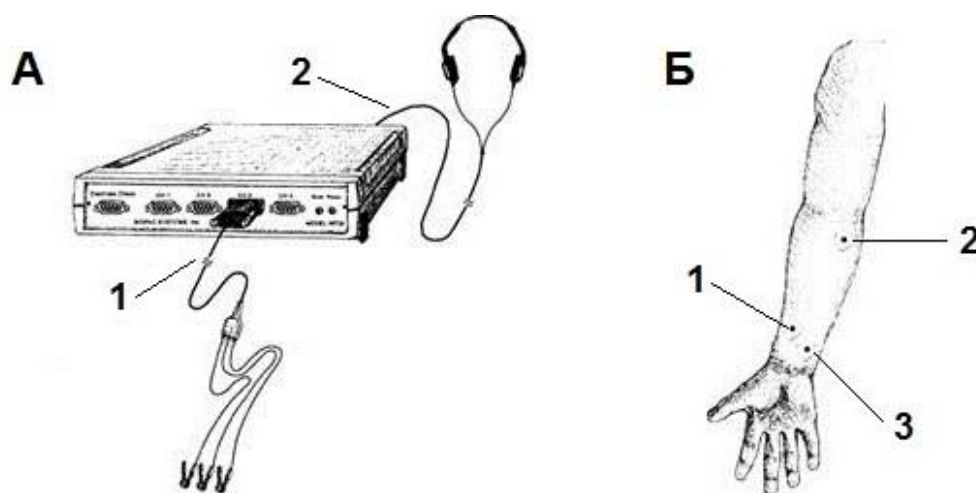


Рисунок 9. Схема подключения оборудования для регистрации электромиограммы (А) и схема размещения электродов на предплечье (Б)

А) 1-SS2L (подключается к каналу 3 (CH3)), 2- наушники (OUT1) подключается к задней панели блока MP3X; Б) 1 красный провод (+), 2 белый провод (-), 3 черный провод (заземление).

### **Калибровка**

Процедура калибровки настраивает параметры оборудования (коэффициент усиления, отклонение, масштабирование) и необходима для оптимального функционирования прибора. Отнеситесь с особым вниманием к процессу калибровки.

1. Нажмите «Калибровка». При нажатии начнется процесс протоколирования калибровки. При нажатии на «Калибровка» всплывает диалоговое окно, описывая подготовку к процессу калибровки. Прочтите диалоговое окно и нажмите «ОК».
2. Дайте испытуемому команду сжать кулак так сильно, как может, затем расслабить. Программе необходимо считать максимальное сжатие кулака испытуемого, чтобы произвести автокалибровку.
3. Дождитесь остановки калибровки. Процедура калибровки продлится 8 секунд и остановится автоматически.
4. Проверьте результаты калибровки. По окончании записи, экран должен выглядеть следующим образом (рис 10). Если регистрация калибровки не началась с нулевой базисной линии (испытуемый сжал кулак, не подождав 2 секунды), вам необходимо повторить калибровку для получения записи, сходной с рис. 10. При несовпадении, нажмите на «Повтор калибровки».
5. При совпадении данных с рисунком, приступайте к разделу «Регистрация данных». **Калибровка завершена**

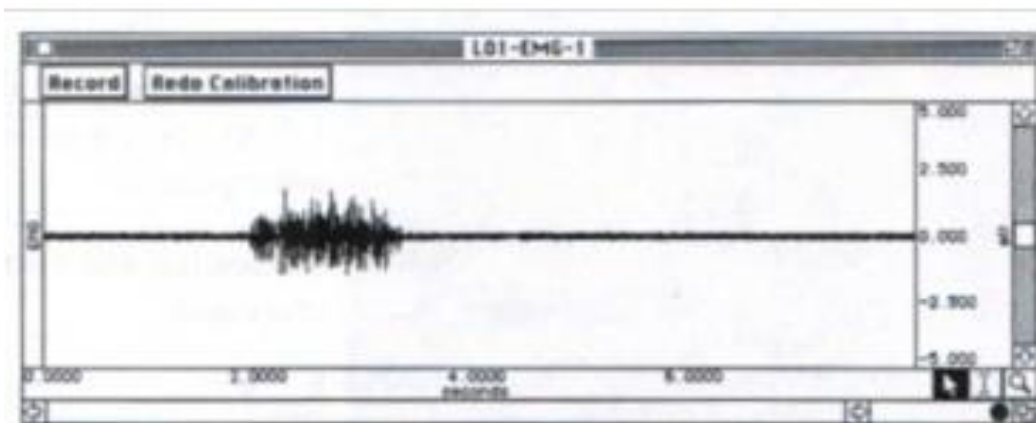


Рисунок 10 Образец записи данных при калибровке.

### Регистрация:

1. Приготовьтесь к регистрации сегмента 1 - Предплечье 1 (доминирующее). Вам предстоит зарегистрировать два сегмента: в сегменте 1 Вы будете регистрировать данные **Предплечье 1** (доминирующее). В сегменте 2 - **Предплечье 2** (для большей эффективности прочтите этот раздел целиком прежде, чем приступить к регистрации). Проверьте последнюю запись вашего журнала и отметьте количество доступного для регистрации времени. Останавливайте запись каждого сегмента как можно скорее, чтобы не тратить время регистрации.
2. Нажмите «Запись». При нажатии на «Запись» начнется регистрация и автоматически создастся метка добавления с текстом «Предплечье 1».
3. Скомандуйте испытуемому «Сожмите-Расслабьте-Подождите» и повторите с увеличением силы, чтобы максимальная сила пришлась на последнее сжатие. Дайте команду испытуемому повторить цикл «Сожмите-Расслабьте-Подождите», испытуемый должен сжимать кулак в течение 2 секунд и, выждать 2 секунды после того, как расслабит руку, до начала следующего цикла. Он должен стараться увеличивать силу таким образом, чтобы максимальная сила пришлась на четвёртое сжатие.
4. Нажмите на «Приостановить». Проверьте данные на экране. Полученные данные должны походить на образец (рис. 11). При совпадении и необходимости записи следующих сегментов приступайте к следующему

этапу. Данные могут отличаться, если: кнопка «Приостановить» была нажата преждевременно; вы не следовали инструкциям.

5. При несовпадении, нажмите «Переделать», если ваши данные отличны от приведенных ниже (рис. 11). Помните, что при нажатии «Переделать», ранее зарегистрированные данные стираются. Снова повторите регистрацию от начала. Снимите электроды с предплечья испытуемого. Отсоедините электродные провода от электродов, снимите электроды. Испытуемому надо смыть с кожи остатки электродного геля с помощью воды и мыла.
6. Для Предплечья 2 разместите электроды и провода на другой руке испытуемого.
7. Нажмите «Продолжить». При нажатии на «Продолжить» продолжится регистрация и автоматически создастся метка добавления с текстом «Предплечье 2». Повторите все, как для Предплечья 1.
8. Нажмите «Выполнено». При нажатии на «Стоп» всплывает диалоговое окно, предлагающее подтвердить желание остановить запись. Нажатие «Да» завершит регистрацию сегмента данных, автоматически сохранив данные. Нажатие «Нет» вернёт вас к продолжению записи или опциям остановки. Это просто последняя возможность подтвердить, что вам не нужно провести ещё раз регистрацию сегмента.

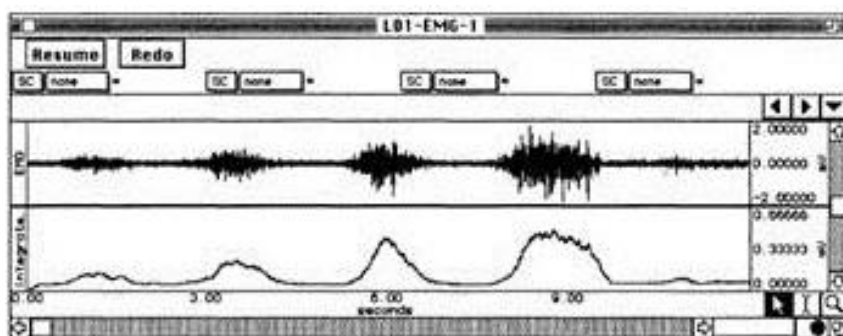


Рисунок 11. Образец записи данных в процессе регистрации

## Анализ данных

1. Выберите «Обзор записанных данных» в меню. Настройте окно вашего дисплея для оптимального отображения первого сегмента регистрации. Следующие инструменты помогут вам настроить окно данных: горизонтальный автомасштаб, вертикальный автомасштаб, курсор лупа, вернуть увеличение, горизонтальная полоса прокрутки (время), вертикальная полоса прокрутки (амплитуда) кнопка наложение, кнопка разбиения, графы измерений находятся над областью меток окна данных.

2. Установите следующим образом графы измерений:

Канал Измерение

CH 3 Минимум

CH 3 Максимум

CH 3 Размах (P-P)

CH 40 Ср. арифм

В каждом измерении выделяется три раздела: номер канала, тип измерения и результат. Первые два - «разворачиваемые» меню, которые активизируются при нажатии на них. Ниже следует краткое описание этих измерений.

**Минимум:** отражает минимальное значение на выделенном участке.

**Максимум:** отражает максимальное значение на выделенном участке.

**Размах (P-P):** находит максимальное значение выделенного участка и вычитает минимальную величину, найденную на выделенном участке. ( Ср. арифм.: отражает среднее значение на выделенном участке). «Выделенный участок» - это область, выделенная I-образным курсором (включая конечные точки).

3. С помощью I-образного курсора выделите участок в пределах первого кластера ЭМГ (рис. 12). Повторите для каждого следующего кластера ЭМГ. «Кластеры» - это всплески (импульсы) ЭМГ, связанные с каждым сжатием. Пример кластера выделен на рисунке (рис 12).



4. Перейдите ко второму сегменту регистрации. Второй сегмент начинается после метки с текстом «Forearm 2» (Предплечье 2) и отображает показания недоминирующей руки.
5. Повторите то же для данных сегмента Предплечье 2.
6. Перейдите к первому сегменту регистрации и выделите для измерений область тонуса для «Предплечья 1» (доминирующая рука). Тонус - состояние покоя, он отображается областью между сжатиями (кластерами).
7. Перейдите ко второму сегменту регистрации и выделите для измерений область тонуса для «Предплечья 2» (недоминирующая рука). Сохраните или распечатайте файл с данными. Выйдите из программы. Анализ данных завершен.

**Полученные результаты внесите в таблицу 1**

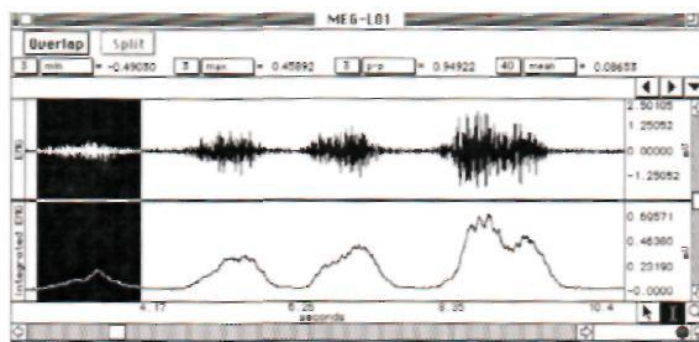


Рисунок 12. Пример выделенного кластера ЭМГ для обработки данных

Таблица 1

№ Кластера	Предплечье 1 (Доминирующее)				Предплечье 2			
	Min	Max	Размах	Ср.арифм.	Min	Max	Размах	Ср.арифм.
1								
2								
3								
4								

## **Контрольные вопросы**

Функции центральной нервной системы.

Рефлекторная дуга. Время рефлекса, способы определения.

Классификация рефлексов. Моно- и полисинаптические рефлексы.

Спинной мозг. Сегментарная организация спинного мозга. Рефлексы спинного мозга.

Мотонейроны. Функции проводящих путей спинного мозга. Координация движений мышц антагонистов.

Механизм торможения в ЦНС. Постсинаптическое и пресинаптическое торможение. Координация рефлекторных процессов.

Метод регистрации электрической активности мышц.

Структура и функции ствола мозга.

Физиологическая роль мозжечка и базальных ганглиев.

### **3. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Центральная нервная система выполняет две основные функции: первая – нервная регуляция работы всех органов и систем, и вторая – адаптация организма к изменяющимся условиям окружающей среды, в том числе, посредством изменения поведения. При этом, первая функция обеспечивается за счет безусловных рефлексов, осуществляется посредством спинного мозга и стволовых структур головного мозга и классифицируется как «низшая нервная деятельность». В то время как поведение человека и животных адекватное окружающей среде, а также различные формы интеллектуальной и творческой деятельности относят к высшей нервной деятельности. Высшая нервная деятельность – это совокупность инстинктов, условных рефлексов, а также высших психических функций, которые обеспечивают адекватное поведение в изменяющихся природных и социальных условиях. Впервые предположение о рефлекторном характере деятельности высших отделов мозга было высказано И. М. Сеченовым, что позволило распространить рефлекторный принцип и на психическую деятельность человека. Идеи И. М. Сеченова получили экспериментальное подтверждение в трудах И. П. Павлова, который разработал метод объективной оценки функций высших отделов мозга – метод условных рефлексов.

К различным формам ВНД можно отнести инстинктивное поведение, условно-рефлекторные реакции, а также высшие психические функции, базирующиеся на двух вышеперечисленных формах, а именно: обучение, память, речь, эмоции, внимание, восприятие, сон, мышление, сознание и т.д.

### **3.1. Выработка и угасание мигательного рефлекса у человека**

Условным сигнальным раздражителем, вызывающим ту или иную деятельность организма, может стать любой предмет или явление природы, для восприятия которых имеются соответствующие органы чувств. Однако для человека в отличие от животных значение сигнала может иметь не только предмет или явление природы, но также и слово, речь. Слова, слышимые, произносимые, написанные, сочетаясь в течение индивидуальной жизни с предметами или явлениями природы, сигналами первой сигнальной системы, сами постепенно становятся сигналами этих сигналов. Таким образом, слово для человека становится условным раздражителем, которое может вызвать любую деятельность организма.

Условные рефлексy второй сигнальной системы возникают на основе условных рефлексов первой сигнальной системы. Последовательность выработки этих рефлексов можно наблюдать в опыте.

**Для работы необходимо:** очковая оправа с укрепленной на ней гибкой трубкой, соединенной при помощи резиновой трубки с грушей; электрический звонок или другой источник звука; экран для загоразивания звонка и резиновой груши. Исследование проводят на человеке.

**Ход работы:** Для образования мигательного условного рефлекса у человека в качестве безусловного раздражителя используют струю воздуха, направленную на поверхность наружных оболочек глаза (роговицу, склеру), которая вызывает безусловный защитный рефлекс глаза — мигание. Такую струю воздуха получают, нажимая на маленькую резиновую грушу, соединенную с гибким шлангом, укрепленным в очковой оправе. В качестве индифферентного, не вызывающего мигания, раздражителя, который должен стать условным, используют звонок.

Следует помнить, что при выработке условных рефлексов нельзя отвлекать внимание испытуемого для чего необходимо исключить все посторонние раздражители, в том числе и разговоры, так как они могут быть восприняты корой как условный сигнал. Исследуемый и экспериментатор

сажаются друг против друга у стола. На столе стоит экран, который закрывает от испытуемого звонок и грушу, подающую струю воздуха.

На испытуемого наденьте очковую оправу с укрепленной на ней загнутой трубочкой для подачи воздуха. Направьте отверстие трубочки в наружный угол глаза так, чтобы струя воздуха, попадая на склеру и роговицу, обязательно вызывала мигание. Отметьте наличие мигательного рефлекса. Нажимать на грушу следует слегка, чтобы струя воздуха не вызывала болевых ощущений.

Подайте звуковой раздражитель; отметьте наличие или отсутствие ориентировочной реакции и мигательного рефлекса.

Проверив действие звука и струи воздуха в отдельности, приступайте к выработке условного рефлекса.

Для этого, подайте звук, а через 1—2 с нажатием груши струю воздуха. Такое сочетание обоих раздражителей повторяйте 10—15 раз с интервалом не менее 5 с. Неожиданно для испытуемого подайте звук, но без раздражения воздухом. Наблюдающееся мигание свидетельствует об образовании условного рефлекса и нормальном формировании временных связей в коре большого мозга.

Звонок, ранее индифферентный, безразличный для мигательного рефлекса раздражитель, становится действующим и может теперь называться условным раздражителем, мигательный рефлекс, вызванный условным раздражителем, т. е. звонком, является условным рефлексом;

Если мигания нет (это может говорить о неправильно проведенном опыте или некоторой инертности в работе ЦНС), повторите сочетания еще несколько раз и снова попробуйте изолированное действие звука.

После того как вы убедитесь, что условный рефлекс на звонок выработан, в ходе наблюдения рефлекса вместо подачи звукового сигнала произнесите громко слово "звонок". При нормальной работе второй сигнальной системы наблюдается ответная мигательная реакция.

Затем исследуйте торможение условного рефлекса в отсутствии подкрепления. Подавайте звук так же, как описано выше, но не сопровождайте это действие подачей струи воздуха. Отметьте через сколько повторений мигания не наблюдается.

**Результаты работы и оформление:** ход эксперимента и результаты опыта запишите в тетради. Перечислите условия необходимые для успешной выработки условного рефлекса. Охарактеризуйте выработанный вами условный рефлекс согласно видам классификации условных рефлексов (натуральный/искусственный, и т.д.). Зарисуйте в тетради схему рефлекторной дуги выработанного вами условного рефлекса. Укажите место формирования временной связи. Объясните механизм её формирования. Укажите вид торможения, который станет причиной исчезновения рефлекса, ответ обоснуйте. Укажите место в нарисованной вами рефлекторной дуге, где происходит развитие торможения. Объясните физиологический механизм развития торможения.

### **3.2. Исследование объема смысловой памяти**

**Память** – это форма высшей нервной деятельности, связанная с фиксацией, хранением и воспроизведением информации. Память является основой процессов обучения и мышления. Виды памяти классифицируют по модальности (типу запоминаемой информации) на образную, эмоциональную, смысловую, слуховую, словесную, по длительности хранения информации – на кратковременную, промежуточную и долговременную.

**Цель работы:** определение объёма смысловой памяти.

**Для работы необходимо:** набор заранее заготовленных 18 отвлечённых понятий, состоящих из двух слов.

Примерный перечень понятий:

*1.Вкусный ужин. 2.Весёлый праздник. 3.Печаль. 4.Дружба. 5.Сильное желание. 6.Радость. 7.Совместная работа. 8.Утренняя зарядка.*

9.Воскресный вечер. 10.Торжественная встреча. 11.Тёплый приём.  
12.Книжный магазин. 13.Футбольный матч. 14.Газетный обзор.  
15.Любимый урок. 16.Центральная улица. 17.Родной очаг. 18.Заграничная поездка.

**Ход работы:** Испытуемому даётся инструкция: «Вам будет предъявлен ряд понятий. Для того, чтобы их лучше запомнить, делайте на листе бумаги какие-либо зарисовки или пометки (но не слова), фиксируя таким образом те ассоциации, которые они у вас вызывают.

При воспроизведении понятий вы будете пользоваться вашими пометками. Старайтесь точно воспроизводить понятие».

Экспериментатор громко и отчётливо один раз зачитывает с интервалом по времени, достаточным для того, чтобы испытуемый сделал нужные ему пометки, 18 понятий. Через 30-60 минут испытуемый, используя свои пометки, записывает все 18 понятий.

**Результаты работы и оформление:** Проанализируйте количество ошибок и сравните с результатами других испытуемых. Сделайте вывод об объёме вашей смысловой памяти.

### 3.3. Изучение объема кратковременной слуховой памяти

**Цель работы:** определение объёма кратковременной слуховой памяти у человека.

**Для работы необходимо:** лист бумаги с последовательностью чисел, букв, слов.

**Ход работы:** Задание выполняется под руководством экспериментатора. Экспериментатор зачитывает первый ряд цифр (см. ниже) в темпе 1 цифра в 1-2 с. Прослушайте ряд полностью и сразу же запишите названные экспериментатором цифры. Экспериментатор диктует 2-й ряд цифр и т.д. затем аналогичным образом последовательно зачитываются ряды букв и слов.

### **№ ряда Цифры**

Ряд 1 **4, 7, 5**

Ряд 2 **3, 7, 9, 1, 2**

Ряд 3 **2, 6, 4, 9, 1, 8, 5,**

Ряд 4 **3, 8, 1, 5, 2, 7, 3, 8, 9**

Ряд 5 **9, 6, 4, 8, 1, 3, 2, 7, 8, 5, 7**

Ряд 6 **2, 4, 7, 9, 8, 1, 5, 3, 6, 7, 5, 2, 1**

Ряд 7 **1, 9, 7, 4, 3, 8, 2, 5, 6, 1, 4, 2, 7, 9, 4**

Ряд 8 **7, 2, 5, 1, 4, 8, 5, 9, 2, 6, 3, 7, 4, 6, 8, 1, 7**

### **№ ряда Буквы**

Ряд 1 **А, О, Е**

Ряд 2 **О, А, Е, И, Ю**

Ряд 3 **И, А, Е, У, О, А, Ю**

Ряд 4 **Е, О, А, Е, Ю, У, Я, Э, И**

Ряд 5 **А, О, Э, Я, Ю, У, О, И, А, Е, У**

Ряд 6 **О, У, А, И, Ю, Э, Е, Я, О, А, Е, Э, Я**

Ряд 7 **А, О, Е, И, У, Ю, Е, Э, Е, А, О, У, И, А, Э**

Ряд 8 **О, Е, И, У, Я, А, Ю, И, Е, О, У, И, Е, А, Э, Я, О**

### **№ ряда Слова**

Ряд 1 **дерево, пальто, блокнот**

Ряд 2 **яблоко, шапка, камень, трава**

Ряд 3 **стол, железо, апельсин, ковёр, окно**

Ряд 4 **свитер, бумага, рубашка, вода, пенал, груша**

Ряд 5 **шапка, яблоко, книга, ручка, дерево, окно, город**

Ряд 6 **дерево, полотенце, камень, кровать, шарф, стол, бумага, апельсин**

Ряд 7 **окно, камень, стекло, блокнот, кровать, карандаш, ковёр, шапка, трава, стакан**



Ряд 8 **вода, груша, кровать, карандаш, апельсин, свитер, дерево, тетрадь, пенал, рубашка, крыша**

**Результаты работы и оформление:** после того как продиктованы все ряды, проверьте правильность записанных рядов по таблице. Ряд считается воспроизведенным правильно, если все цифры (буквы, слова) указаны в верной последовательности. Количество элементов в самом длинном правильно воспроизведенном ряду соответствует объему кратковременной памяти.

Личные результаты занесите в таблицу 2. Рассчитайте средний по группе объем оперативной памяти для цифр, букв и слов.

*Таблица 2*

Тип элементов	Объем кратковременной памяти (элементов)			
	Личный	По группе		
		средний	минимальный	максимальный
Цифры				
Буквы				
Слова				

Сделайте вывод о том, сколько единиц информации человек может удерживать в кратковременной памяти. Зависит ли объем кратковременной связи от типа запоминаемых элементов?

### **3.4. Исследование объема кратковременной зрительной памяти**

**Цель работы:** определение объёма кратковременной зрительной памяти у человека.

**Для работы необходимо:** лист бумаги с подготовленным тестом из 25 слов, часы.

**Ход работы:** В течение 1 минуты внимательно прочитайте предложенный тест, затем отложите и закройте его. В течение 5 минут запишите все слова, которые вам удалось запомнить в любом порядке.

Возможные слова для теста: *сено, ключ, самолёт, поезд, картина, месяц, певец, радио, трава, перевал, автомобиль, сердце, букет, тротуар, столетие, фильм, аромат, горы, океан, неподвижность, календарь, мужчина, женщина, абстракция, вертолёт.*

**Результаты работы и оформление:** подсчитайте число написанных слов (проверьте, нет ли ошибок), за каждое слово начислите себе 1 балл. По сумме баллов определите, к какой категории относится объём вашей памяти.

### **Определение характеристик объёма памяти**

**Меньше 7** - Объём памяти низкий. Желательно регулярно выполнять упражнения по тренировке памяти. При необходимости посоветуйтесь с врачом или психологом

**7 — 12** - Объём памяти чуть ниже среднего. Главной причиной слабого запоминания может быть неумение сосредоточиться.

**13 — 17** - Объём памяти хороший

**18 — 21** - Объём кратковременной памяти отличный. Вы можете заставить себя сосредоточиться, следовательно, обладаете достаточной волей

**Свыше 22** - Ваша память феноменальна

Сделайте вывод об объёме вашей кратковременной памяти.

### **3.5. Исследование устойчивости внимания**

**Внимание** – это поведенческий и когнитивный процесс избирательной концентрации на отдельных аспектах информации, при этом остальная сенсорная информация игнорируется. Внимание основано на ориентировочной реакции и является неотъемлемой частью процессов восприятия, запоминания, мышления и т.д. Внимание можно классифицировать по модальности – визуальное, слуховое, тактильное, в том

случае, когда объект сосредотачивается на информации, поступающей от конкретной сенсорной системы; по количеству воспринимаемой информации – многозадачное, разделенное (к примеру, бинауральные дихотические тесты с прослушиванием различной информации разными ушами) или одновременное, когда человек может концентрироваться и на фоновой информации, и на конкретной задаче.

**Цель работы:** изучение физиологических основ внимания; определение величины колебания внимания

**Для работы необходимо:** часы, лист бумаги с нанесенным на него изображением определенной формы (рис. 13). Внимательно присмотритесь к рисунку, на котором изображена проекция усеченной пирамиды. Вы заметите, что вершина пирамиды то обращается к зрителю, то уходит от него вглубь. Это явление объясняется законом обратной индукции. Когда мы смотрим на маленький квадрат, восприятие большого квадрата ухудшается из-за внешнего торможения, и он кажется за плоскостью рисунка. Пирамида обращается усеченным концом к зрителю. Но если мы переключим взгляд на большой квадрат, он будет восприниматься как ближний и пирамида окажется повернутой к зрителю основанием.

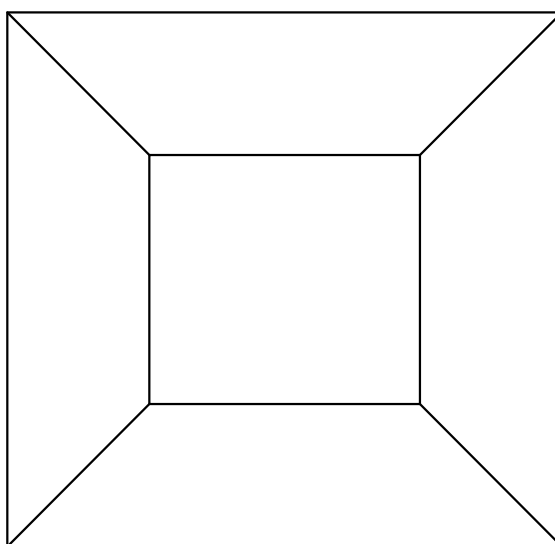


Рис. 13 (пояснения в тексте)

**Ход работы:** в течение 30 с испытуемый смотрит на пирамиду. При каждом изменении изображения он делает в тетради штрих (не глядя!). Начало и конец опыта устанавливает экспериментатор, следящий за секундомером. По окончании опыта сосчитайте количество штрихов. Полученное число удвойте. Вы узнаете, сколько раз ваше внимание колебалось за 1 мин. Проведите этот эксперимент несколько раз.

Величину колебания можно уменьшить волевым усилием. Поставьте перед испытуемым цель – как можно дольше удерживать каждое изображение. Измерьте величину колебания внимания в этом случае.

**Результаты работы и оформление:** сравните полученные в работе данные сначала между собой, а потом со среднестатистическими табличными. Сделайте вывод об устойчивости Вашего внимания.

*Таблица 3*

Оценка характера устойчивости внимания

Частота исчезновения изображения в течение 60 с	Характеристика внимания
Не более 11	Очень устойчивое
12-20 раз	Средней устойчивости
Более 20 раз	Недостаточно устойчивое

### 3.6. Изучение функциональной асимметрии коры больших полушарий

Межполушарная асимметрия мозга определяется, во-первых, асимметричной локализацией центра речи, а, во-вторых, доминированием правой (или левой) руки. Перекрест сенсорных путей, а также левостороннее расположение речевых центров обеспечивает левому полушарию доминирующую роль. Люди с левополушарной асимметрией относятся к мыслительному типу, в то время как правополушарное доминирование определяет художественный тип мышления.

**Цель работы:** определение функциональной асимметрии коры больших полушарий.

**Для работы необходимо:** тест-опросник.

**Ход работы:** Испытуемому предлагается ответить на следующие вопросы, пользуясь одиннадцати-балльной системой. Категорическому отрицанию соответствует 0 баллов, безоговорочному согласию – 10 баллов. Но, если, например, первый же вопрос поставит вас в тупик, поскольку вы не относите себя к мрачным личностям, но в то же время не торопитесь пополнить ряды счастливых оптимистов, то в вашем распоряжении все остальные баллы – от 1 до 9. Постарайтесь поставить себе справедливую оценку «за настроение».

**Тест-опросник:**

1. У меня преобладает хорошее настроение.
2. Я помню то, чему училась(лся) несколько лет назад.
3. Прослушав раз-другой мелодию, я могу правильно воспроизвести ее.
4. Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах.
5. Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают.
6. Мне трудно дается математика.
7. Я легко запоминаю незнакомые лица.
8. В группе приятелей я первым(ой) начинаю разговор.
9. Если обсуждают чьи-то идеи, то я требую аргументов.
10. У меня преобладает плохое настроение.

**Результаты работы и оформление:** подсчитайте отдельно сумму баллов по строкам

**1, 2, 5, 8, 9** (левое полушарие, Л);

**3, 4, 6, 7, 10** (правое полушарие, П).

Сделайте анализ результатов:

**1) Л больше П.** Если ваш «левополушарный» (Л) результат более чем на 5 баллов превышает «правополушарный» (П), то вы принадлежите к логическому типу мышления. Вы, вообще-то оптимист, и считаете, что

большую часть своих проблем решите самостоятельно. Как правило, вы без особого труда вступаете в контакт с людьми. В работе и житейских делах больше полагаетесь на расчет, чем на интуицию. Испытываете больше доверия к информации, полученной из печати, чем к собственным впечатлениям. Вам легче даются виды деятельности, требующие логического мышления. Если профессия, к которой Вы стремитесь, требует именно логических способностей, то вам повезло. Вы можете стать хорошим математиком, преподавателем точных наук, конструктором, организатором производства, программистом ЭВМ, чертежником... Продолжите этот список сами.

**2) П больше Л.** Это означает, что вы человек художественного склада. Представитель этого типа склонен к некоторому пессимизму. Предпочитает полагаться больше на собственные чувства, чем на логический анализ событий, и при этом зачастую не обманывается. Не очень общителен, но зато может продуктивно работать даже в неблагоприятных условиях (шум, различные помехи др.). Его ожидает успех в таких областях деятельности, где требуются способности к образному мышлению – художник, актер, архитектор, врач, воспитатель.

**3) П равно Л.** Перед человеком, в равной степени сочетающим в себе признаки логического и художественного мышления, открывается широкое поле деятельности. Зоны его успеха там, где требуется умение быть последовательным в работе и одновременно образно, цельно воспринимать события, быстро и тщательно продумывать свои поступки даже в экстремальной ситуации. Менеджер и испытатель сложных технических систем, лектор и переводчик – все эти профессии требуют гармоничного взаимодействия противоположных типов мышления.

В выводе определите свой тип асимметрии.

### **Контрольные вопросы**

Понятие "нервный центр". Основные свойства нервных центров?

Учение А. А. Ухтомского о доминанте?

Структурная и функциональная организация коры. Сенсорные и ассоциативные области коры?

Назовите отличия условных рефлексов от безусловных?

Перечислите формы высшей нервной деятельности?

Назовите правила формирования условных рефлексов?

Дайте определения памяти?

#### **4. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ**

Информацию об окружающем мире и о собственном теле мы получаем с помощью органов чувств. Информация от рецепторов по чувствительным волокнам передается в ЦНС, где формируются ощущение и восприятие.

Сенсорные системы воспринимают и обрабатывают раздражители разной модальности. Принято выделять пять основных видов ощущения: зрение, слух, тактильная чувствительность, вкус, обоняние. Но некоторые из этих чувств могут быть многокомпонентными, например, кожный анализатор при соприкосновении с предметом способен различить, теплый он или холодный, гладкий или шершавый, неподвижный или вибрирующий и т.д. Это в первую очередь связано со строением рецепторного аппарата. Кроме перечисленных, надо назвать еще сенсорную систему восприятия положения тела и его отдельных частей в пространстве. Различные сенсорные системы во внутренних органах способны воспринимать давление, растяжение, химическое раздражение. Также следует указать на наличие важной для живых систем болевой чувствительности. Несмотря на различия раздражителей, принцип строения и функционирования воспринимающих систем одинаков. Начинаются они рецепторами и восходящими (афферентными) нейронами. Тела этих нейронов образуют ядерные скопления (их не менее трех) в различных отделах ЦНС. На уровне коры большого мозга пространственное преимущество получили наиболее значимые для организма сенсорные системы: зрительная, слуховая, кожная, вкусовая, обонятельная, проприоцептивная. Сигналы, поступающие в ЦНС, обрабатываются (анализируются), вследствие чего возникает субъективное отражение внешнего мира и внутренней среды организма, что служит основой для формирования адекватного ответа – рефлекса, поведенческой реакции.



#### 4.1. Зрительный анализатор

Глаз – это орган чувств, относящийся к дистантной экстерорецепции, поскольку не имеет непосредственного контакта с объектом восприятия. Глаз человека состоит из двух систем: оптической системы светопреломляющих сред и рецепторной системой сетчатки. Диоптрический аппарат глаза образуют выпуклая роговая оболочка, служащая внешним слоем, а также линзой, зрачок, играющий роль диафрагмы, определяющей количество света, проходящего на сетчатку, хрусталик (линза) и прозрачное стекловидное тело, заполняющее глазную камеру. Эта оптическая система дает изображение рассматриваемых предметов на внутренней поверхности глазной камеры, которую выстилает сетчатка, состоящая из нескольких слоев нервных клеток различного типа (биополярные, ганглионарные, палочки и колбочки) и пигментного эпителия, препятствующего рассеиванию и отражению света. Непосредственно световосприятие осуществляют рецепторные клетки. Человеческим глазом воспринимается как свет электромагнитное излучение в диапазоне волн длиной 400-750 нм. Сенсорный аппарат – сетчатка глаза, содержит рецепторы в виде палочек, осуществляющих сумеречное зрение и трех типов колбочек, которые различаются по спектральной чувствительности: синие возбуждаются преимущественно в ответ на коротковолновый свет, зеленые реагируют на среднюю часть видимого спектра, а красные – на длинные волны. В палочках и колбочках свет вызывает первичное раздражение, которое превращается в электрические импульсы. Последние по нервным волокнам передаются в подкорковые центры, а оттуда поступают в кору головного мозга. Теория двойственности зрения объясняет существование ахроматических и хроматических ощущений. При слабом освещении зрительное восприятие обеспечивают рецепторы, расположенные на сетчатке глаза – палочки (скотопическое зрение, или сумеречное, ахроматическое). При дневном освещении зрительная рецепция связана с колбочками (фотопическое, хроматическое зрение).

Таким образом, можно выделить две большие группы зрительных ощущений: ахроматические отражают переход от чёрного к белому через множество оттенков серого, хроматические – отражают все многообразие цветов и их оттенков. Цветовое зрение – способность зрительного анализатора различать цветовые оттенки. Чувствительность человеческого глаза к свету зависит от длины световой волны. Мощность в 0,00147 Вт светового излучения с длиной волны 0,555 мкм (555 нм), соответствует максимальной чувствительности глаза.

### **Определение остроты зрения**

**Цель работы:** определить остроту зрения по таблице Сивцева.

**Для работы необходимо:** таблица Сивцева, указка, щиток.

**Ход работы:** при исследовании остроты зрения таблица Сивцева должна быть хорошо и равномерно освещена. Испытуемый садится на стул на расстоянии 5 м от таблицы. Один глаз закрывает непрозрачным щитком, либо ладонью.

Экспериментатор встает около таблицы, не затемняя ее, и указкой показывает буквы в направлении от крупных к более мелким. Последняя строчка, которую испытуемый называет безошибочно, служит показателем остроты зрения для данного глаза. Аналогично определяется острота зрения и для другого глаза.

С левой стороны каждого буквенного ряда указано расстояние  $D$  (м), с которого человек с нормальной остротой зрения должен воспринимать этот ряд букв. С правой стороны каждого ряда букв отмечены рассчитанные значения остроты зрения –  $V$  (visus): 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 и т.д.

Значение  $V$  рассчитывается по формуле:

$$V = d / D,$$

где  $V$  – острота зрения,  $D$  – расстояние, с которого человек должен воспринимать буквенный ряд,  $d$  – расстояние, с которого человек в реальности видит строку букв. Например, если человек видит пятую строку

букв с расстояния 6 м, а должен ее воспринимать с расстояния 12,5 м, то его острота зрения рассчитывается как  $V = 6 / 12,5 = 0,48$ .

**Результаты работы и оформление:** необходимо записать полученные данные в рабочую тетрадь, сравнить остроту зрения левого и правого глаза испытуемого. Зарисовать схему оптической системы органа зрения.

#### **Обнаружение слепого пятна в опыте Мариотта.**

**Цель работы:** выявить наличие слепого пятна.

**Для работы необходимо:** тестовый рисунок, линейка.

**Ход работы:** тестовый рисунок поместить на расстоянии 20-25 см от глаз. Закрыть левый глаз, а правый зафиксировать на изображении крестика. При этом изображение крестика попадает на область центральной ямки сетчатки. Затем, не переводя взгляда с крестика, медленно приближайте рисунок к глазам. Необходимо уловить момент, когда исчезнет изображение белого кружка и замерить расстояние. То же самое проделать для левого глаза. Если дальше продолжать приближение рисунка к глазам, должно произойти восстановление изображения белого кружка.

**Результаты работы и оформление:** необходимо объяснить природу наблюдаемого явления.

#### **Измерение диаметра слепого пятна.**

**Цель работы:** исследовать проекцию выхода зрительного нерва на глазном дне, вычислить диаметр слепого пятна.

**Для работы необходимо:** карандаш, лист белой бумаги, черный кружок диаметром 2-3мм.

**Ход работы:** на уровне глаз испытуемого на стене прикрепляется лист бумаги. Испытуемый становится напротив листа бумаги на расстоянии 30-40 см. На бумагу наносится крестик. Испытуемый закрывает один глаз, а другим фиксирует нарисованный крестик, крестик располагается напротив исследуемого глаза. Для определения формы слепого пятна необходимо перемещать черный кружок по бумаге сначала в горизонтальном направлении (для правого глаза вправо, для левого глаза влево). Испытуемый

отмечает момент исчезновения темного кружка и на бумаге ставится отметка, (обвести кружок карандашом). Затем продолжают перемещение кружка до появления 50 % изображения. Вновь аналогичным способом на бумаге делают отметку появления кружка. Повторяют те же самые определения при перемещении темного кружка по вертикали над серединой проекции горизонтального диаметра слепого пятна. В конце исследования отметки, сделанные на бумаге, соединяют плавной линией и получают овал, соответствующий форме слепого пятна.

Необходимо рассчитать диаметр слепого пятна по формуле:

$$X = L \times (a/v),$$

где  $L$  – диаметр проекции слепого пятна в мм,  $a$  – расстояние от узловой точки до сетчатки (у взрослого человека около 17 мм);  $v$  – расстояние в мм от предмета до роговицы плюс расстояние передней поверхности роговицы от узловой точки (у взрослого около 7 мм). Диаметр слепого пятна в норме составляет около 1,5 мм.

**Результаты работы и оформление:** необходимо записать полученные данные в рабочую тетрадь, сравнить полученные результаты для правого и левого глаза. Сравнить полученные данные с нормой.

**Определение поля зрения.**

**Цель работы:** определить периферические границы поля зрения.

**Для работы необходимо:** периметр Ферстера, флажки с цветными маркерами, цветные карандаши.

**Ход работы:** периметр устанавливается против света, его дуга приводится в вертикальное положение. Испытуемый садится спиной к свету, устанавливает свой подбородок в специальную подставку, а нижний край глазницы одного глаза к визирной пластинке (рис.13). Этим глазом испытуемый фиксирует белый кружок по центру дуги периметра.

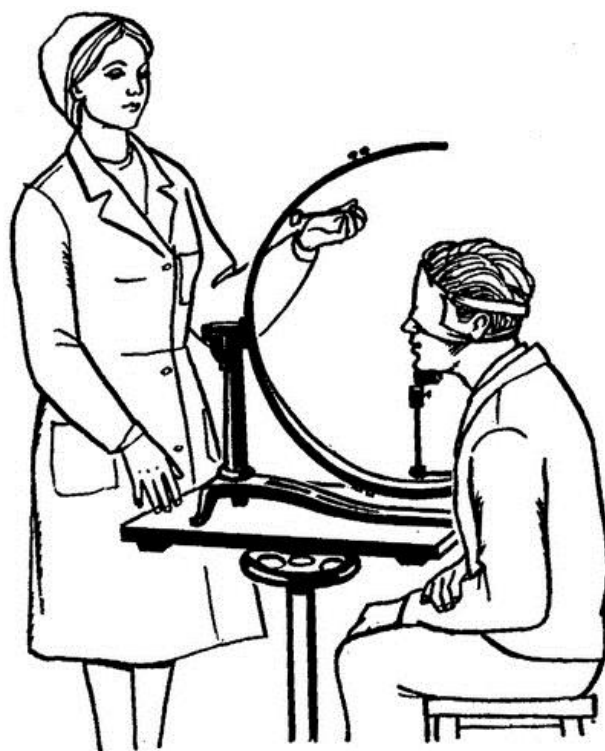


Рис. 14. Периметр Ферстера. Положение испытуемого и исследователя  
(пояснения в тексте).

При этом другой глаз закрыт. Необходимо медленно передвигать белый маркер с верхнего края к центру дуги периметра, при этом маркер должен полностью прилегать к внутренней поверхности периметра. Испытуемый должен сообщить момент появления в поле зрения открытого глаза белого маркера. Отмечается угол в градусах, под которым испытуемый различает маркер. В рабочей тетради делается соответствующая отметка (по вертикали сверху на определенном меридиане ставится точка). Затем измеряется поле зрения для белого маркера с нижней стороны дуги периметра. Делается соответствующая отметка в тетради (по вертикали снизу на определенном меридиане ставится точка). После этого дугу периметра поворачивают на  $90^\circ$  и приводят в горизонтальное положение и аналогично определяют границы полей зрения для белого маркера слева и справа дуги периметра. Последние измерения проводятся при положении дуги периметра по диагонали, под углом в  $45^\circ$ . Как только на бланке отмечаются 8 точек, необходимо их соединить. Получаются границы поля зрения для белого

цвета у одного из глаз. По сходной методике выявляют границу поля зрения для белого цвета у другого глаза.

Далее необходимо последовательно заменять белый маркер на черный, затем на цветные (красный, зеленый, синий, желтый). На графике отмечаются границы полей зрения для черного, красного, зеленого, синего и желтого цветов.

**Результаты работы и оформление:** необходимо сравнить результаты, полученные для обоих глаз и результаты, полученные в группе у разных испытуемых. Сделать выводы, по полученным результатам, базируясь на знаниях о строении рецепторного аппарата и теории ахроматического и хроматического зрения.

#### **4.2. Слуховой анализатор**

Наряду со зрением слух является еще одним важным источником информации для организма. Функция органа слуха базируется на двух принципиально различающихся процессах: механоакустический, определяемый как механизм **звукопроводения**, и нейрональный, определяемый как механизм **звуковосприятия**. Первый компонент основан на ряде акустических закономерностей, второй - на процессах рецепции и трансформации механической энергии звуковых колебаний в биоэлектрические импульсы и их трансмиссии по нервным проводникам к слуховым центрам и к корковым слуховым ядрам. Орган слуха получил название слухового, или звукового, анализатора, в основе функции которого лежат анализ и синтез невербальной и вербальной звуковой информации, содержащей природные и искусственные звуки в окружающей среде и речевые символы - слова, отражающие материальный мир и мыслительную деятельность человека. Слух как функция звукового анализатора - важнейший фактор в интеллектуальном и социальном развитии личности человека, ибо восприятие звука является основой его языкового развития и сознательной деятельности.

## **Определение остроты слуха по И.В. Воячеку.**

**Цель работы:** определить остроту слуха испытуемого по методу И.В.Воячека.

**Для работы необходимо:** вата.

**Ход работы:** испытуемый располагается сначала на расстоянии 6 метров от экспериментатора. Один слуховой проход необходимо закрыть ватой. Открытое ухо должно быть обращено к источнику звука, испытуемый стоит боком и смотрит в сторону, чтобы исключить угадывание слов по движению губ. Испытуемый должен громко повторять услышанное слово. Исследующий произносит шепотом с одинаковой интенсивностью после выдоха сначала слова с низкими, а затем – на расстоянии 20 м – с высокими звуками (табл. 2). Слова произносятся выборочно и не по порядку.

*Таблица 4*

<b>низкие звуки</b>	<b>высокие звуки</b>
у, о, м, н, р, в	а, е, и, й, я, э, с, ж, ч, ц, ш, щ
вон, вор, вру, врун, мор, мну, ну, мимо, мирон, много, море, мороз, мутно, ворон, руно, спор, урок	сияй, зачесть, зажечь, ей, сейчас, зиять, счищать, ой, сеча, изъять, чайка, жечь, чаша, кисть, часть, сжечь, чеши, зять, чашка, сей, час, дача, сдача, отец, чей, жесть, счистить, тише, яйцо, заяц, жить, заказ, съесть, сети, сажа, шея, сеть

Если испытуемый не слышит произносимых шепотом слов, то экспериментатор приближается на один метр и возобновляет исследование, и так до того момента, пока испытуемый не начнет верно повторять слова. При нормальном слухе человек воспринимает произнесенные шепотом низкие звуки с расстояния 6 метров, высокие - 20 метров.

**Результаты работы и оформление:** необходимо определить остроту слуха и зафиксировать результат в рабочей тетради.

### **Исследование костной и воздушной проводимости звука.**

**Цель работы:** исследовать костную и воздушное восприятие звука.

**Для работы необходимо:** камертон (128 Гц), секундомер.

**Ход работы:** привести камертон в рабочее состояние, ударив по нему металлическим предметом. Поднести бранши камертона к уху испытуемого. Для исключения привыкания и утомления необходимо звучащий камертон через каждые 3-5 с то отдалять, то подносить к уху. Отметить время, за которое человек слышит звук камертона. Аналогичным способом определить время восприятия звучащего камертона другим ухом. В норме не должно быть различий в восприятии звука обоими ушами. Записать полученные результаты в тетрадь.

Ножку звучащего камертона (128 Гц) приложить на середину темени испытуемого. Поинтересоваться, слышит ли обоими ушами он звук одинаковой силы. Затем, одно ухо необходимо заложить ватным тампоном и повторить опыт. Со стороны уха, заложеного ватным тампоном, звук должен казаться более сильным. В следующей части исследования для сравнения костной проводимости различных костей черепа ножку звучащего камертона прикладывать к середине лобной, теменной, височной и затылочной черепных костей, результат зафиксировать. Необходимо определить остроту слуха по формуле:

$$V = t \cdot 100/N,$$

где  $V$  – острота слуха в %,

$t$  – время восприятия испытуемым звучания камертона в с,

$N$  – время звучания камертона у здорового человека в с.

У здорового человека при использовании камертона 128 Гц время воздушной проводимости составляет 75 с, а костной - 35 с.

**Результаты работы и оформление:** необходимо записать в рабочую тетрадь полученные результаты, сравнить скорость восприятия звука для левого и правого уха. Сравнить воздушную и костную проводимость. То же самое проделать с результатами для различных испытуемых.



### 4.3. Вкусовой и обонятельный анализатор

Воспринимающие структуры органов обоняния и вкуса - хеморецепторы, они возбуждаются молекулами вкусовых веществ и одорантами. Обонятельные пути начинаются от рецепторных клеток слизистой оболочки обонятельной области и проецируются в обонятельный мозг, они не имеют ни переключения в таламусе, ни прямого представительства в коре больших полушарий. Воспринимающие обонятельные структуры (периферическая часть обонятельного анализатора, орган обоняния) образуют в слизистой оболочке носа специализированную область - парную обонятельную выстилку (обонятельное поле), расположенную под решётчатой пластинкой. Суммарная площадь обонятельного поля (обонятельного эпителия) около 5 см<sup>2</sup>. Адаптация в обонятельном анализаторе происходит сравнительно медленно (десятки секунд или минуты) и зависит от скорости потока воздуха над обонятельным эпителием и концентрацией пахучего вещества.

Рецепторы вкуса - контактные, афферентные пути проходят через ствол мозга к таламусу и проецируются вдоль постцентральной извилины.

Периферическая часть вкусового анализатора – **вкусовые почки** - расположены в слизистой оболочке полости рта, переднего отдела глотки, пищевода и гортани. Основная масса вкусовых почек (>90% их общего количества - до 10 000) находится в хемочувствительных сосочках языка - листовидных, грибовидных и желобовидных.

#### **Определение порогов вкусовой чувствительности (густометрия)**

**Цель работы:** исследовать порог вкусового восприятия для некоторых веществ (вкусов).

**Для работы необходимо:** пробирки с растворами сахара (0,001%; 0,01%; 0,1%; 1%), хлорида натрия (0,001%; 0,01%; 0,1%; 1%), солянокислым хинином (0,001%; 0,01%; 0,1%; 1%) и лимонной кислотой (0,001%; 0,01%;

0,1%; 1%); четыре глазных пипетки для каждого раствора; стакан с дистиллированной водой для полоскания рта.

**Ход работы:** на язык испытуемого при помощи пипетки необходимо наносить каплю того или иного вкусового раствора. При этом следует соблюдать топографию вкусовых полей языка. Исследования необходимо начинать с минимального значения концентрации раствора. Каждая вкусовая проба продолжается 10-12 с, после чего рот ополаскивать водой. Между пробами соблюдать интервал в 1-2 мин.

**Результаты работы и оформление:** результаты необходимо занести в таблицу 3 и сравнить их с нормативными значениями. Объяснить полученные результаты.

*Таблица 5*

Вкусовой раствор	Пороговая концентрация, %	Нормативное значение порога, %
сладкий (сахар)		0,25 – 1,25
горький (хинин)		0,0001 – 0,003
кислый (лимонная кислота)		0,05 – 1,25
соленый (хлорид натрия)		0,25 – 1,25

### **Исследование вкусовой адаптации**

**Цель работы:** исследовать явление вкусовой адаптации

**Для работы необходимо:** растворы солянокислого хинина 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 %; лимонной кислоты 1; 0,1; 0,01; 0,001 %, хлорида натрия 1, 0,1; 0,01; 0,001 %, сахарозы 20, 10, 1, 0,1 %, глазная пипетка, стакан с дистиллированной водой, пустой стакан.

**Ход работы:** После определения порогов для сладкого, горького, кислого и соленого (смотрите предыдущую работу). Определение порогов

вкусовой чувствительности), испытуемому дают 10 мл 10% раствора сахарозы, который он проглатывая он держит его во рту в течение 1 мин, что будет приводить к адаптации вкусового анализатора. После этого раствор сахарозы необходимо выплюнуть и быстро ополоснуть рот дистиллированной водой. Затем через разные промежутки времени (5 с, 1 мин и 5 мин) после адаптации вновь определить порог для сладкого. Также провести адаптацию к кислому, горькому и соленому.

**Результаты работы и оформление:** построить графики зависимости порогов для различных веществ от времени. Сделать выводы.

#### **Исследование адаптации обонятельного анализатора**

**Цель работы:** исследовать время адаптации обоняния к запаху.

**Для работы необходимо:** ванилин, одеколон, спирт, ватка, секундомер.

**Ход работы:** испытуемый должен поднести к одной из ноздрей пробирку с пахучим веществом и сделать частые короткие вдохи (выдох производится через рот) до тех пор, пока не исчезнет ощущение запаха взятого пахучего вещества. Определить время наступления адаптации обонятельного анализатора. После наступления адаптации через каждые 30 с подносить пробирку с тем же веществом и определить время восстановления чувствительности обонятельного анализатора. Прodelать это для каждого вещества.

**Результаты работы и оформление:** необходимо описать полученные результаты, сделать выводы.

#### **4.4. Кожный чувствительный анализатор**

У человека кожный чувствительный анализатор играет существенную роль в познании внешнего мира. С помощью рецепторов кожи человек получает представление о плотности и упругости тел, их поверхности (гладкость, шершавость и пр.), температуре и т. д. У ребенка первые представления о форме предметов, об их величине и пространственном

соотношении развиваются на основе совместной деятельности нескольких анализаторов, к числу которых, наряду со зрительным, двигательным и другими, относится и кожный. Не менее велико значение кожного анализатора как источника рефлекторных реакций, особенно оборонительных.

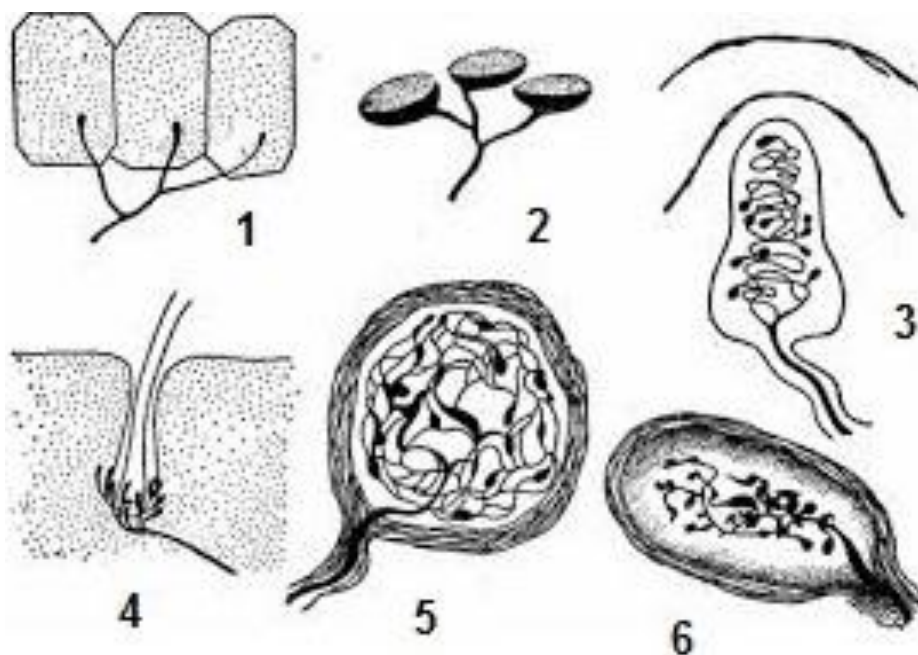


Рисунок 15. Полусхематическое изображение некоторых тактильных рецепторов кожи:

1 - свободные нервные окончания в эпидермисе; 2- осязательные тельца Меркеля (главным образом в эпидермисе); 3 - осязательное тельце Мейсснера; 4 - нервное сплетение вокруг волосяной луковицы; 5 - чувствительное к холоду тельце (или колба) Краузе; 6 – тельце Фатера-Пачини, чувствительное к давлению и вибрации.

Прилагая слабое электрическое раздражение к различным соседним точкам кожи можно вызвать отдельные ощущения прикосновения, тепла, холода и боли (ощущение легкого укола). Тот же эффект дает раздражение кожи тонкой иглой или щетинкой. На основании этих наблюдений выделяют тактильные, тепловые, холодовые и болевые рецепторы кожи и, соответственно, четыре вида кожной чувствительности. Каждый вид кожной

чувствительности связан с определенными структурными особенностями рецепторов (рис.15).

Их раздельное существование подтверждается отсутствием определенных видов чувствительности в отдельных участках кожи и слизистых оболочек, а также частичной потерей чувствительности при воздействии на кожу некоторыми химическими веществами. Так, новокаин вызывает потерю чувствительности к холоду, а затем к боли и некоторое ее снижение к теплу, тогда как тактильная чувствительность не изменяется.

### **Определение пространственных порогов тактильной чувствительности**

**Цель работы:** исследовать тактильную чувствительность на коже.

**Для работы необходимо:** циркуль Вебера, спирт, линейка, вата.

**Ход работы:** перед работой острые ножки циркуля необходимо обработать спиртом. Испытуемый закрывает глаза. На определенный участок кожи (таблица 4) одновременно и без нажима опускают ножки циркуля.

*Таблица 6*

<b>Участок кожи</b>	<b>Пространственный порог, мм</b>
Тыльная поверхность кисти	
Ладонная поверхность кисти	
Поверхность подушечек пальцев рук	
Кончик носа	
Лобная поверхность	
Поверхность голени	

При помощи линейки определяют то минимальное расстояние (в мм) между ножками циркуля, при котором два кожных раздражения определяются испытуемым как различные. Установленная величина и будет

характеризовать пространственный порог данного кожного участка. Аналогично определяют пространственные пороги и других участков кожи.

**Результаты работы и оформление:** полученные данные необходимо занести в таблицу, сделать выводы о размерах рецептивных полей и плотности рецепторов на различных участках кожи..

### **Исследование рецепторов прикосновения и боли**

**Цель работы:** исследование болевой чувствительности на коже.

**Для работы необходимо:** булавка, листочек с вырезанным квадратом 1х1 см.

**Ход работы:** испытуемый должен сидеть в удобном положении с закрытыми глазами, положив руки на стол ладонью вверх. С помощью острой иглы прикоснитесь к поверхности кожи 20 раз на площади 1 см<sup>2</sup> (приложите листочек с вырезанным квадратом на тыльную сторону ладони). Испытуемый подсчитывает количество прикосновений иглы, вызвавших болевое или осязательное ощущение. Повторите исследование в области предплечья, кончика указательного пальца, губ и носа (наносится одинаковое количество прикосновений на каждом участке кожи).

**Результаты работы и оформление:** опишите, какие ощущения преобладают на исследуемых участках кожи и почему.

### **Явления адаптации и контраста при действии температурных раздражителей**

**Цель работы:** исследовать явление адаптации и контраста на температурные раздражители.

**Для работы необходимо:** три сосуда с водой с температурой 50-60°C (горячей), 25-30°C (средней), и 7-12°C (холодной), термометр.

**Ход работы:** указательные пальцы обеих рук опускают на 20-30 с - соответственно - в банки с горячей и холодной водой до ослабления ощущения тепла и холода, после этого оба пальца быстро переносят в банку

с водой средней температуры.

**Результаты работы и оформление:** зафиксировать в рабочей тетради полученные результаты. Объяснить механизм адаптации.

### **Контрольные вопросы**

Классификация рецепторов и их виды.

Оптическая система глаза. Строение и принципы функционирования.

Рецепторный аппарат зрительного анализатора. Его строение (пигментный слой, фоторецепторы, нейроны сетчатки, слепое пятно) и функционирование.

Восприятие пространства. Бинокулярное зрение. Острота зрения. Центральное и периферическое зрение, поле зрения.

Основные принципы цветового зрения. Теории цветоощущения. Цветовая слепота.

Слуховой анализатор. Строение и функции наружного и среднего уха.

Анализ частоты и интенсивности звуков. Звуковые ощущения. Адаптация.

Вестибулярный анализатор. Организация и функции. Возбудимость и функциональная устойчивость вестибулярной сенсорной системы.

Вкусовой анализатор. Строение рецепторного аппарата. Проводящие пути и отделы ЦНС отвечающие за восприятие вкуса.

Молекулярные механизмы вкусового восприятия. Чувствительность рецепторов к разным видам вкусовых раздражений. Вкусовая карта языка.

Тактильная чувствительность. Рецепторы, рецептивные поля кожи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физиология человека: в 3 т / ред. Р.Шмидт, Г. Тевс.- М.: Мир, 2005.
2. Большой практикум по физиологии человека и животных / под ред. Васильева Л.Л. и Ветюкова И.А. – М.: Высшая школа, 1961.
3. Практикум по нормальной физиологии / под ред. Н.А. Агаджаняна и А.В. Коробкова. – М.: Высшая школа, 1983. - 328 с.
4. Бабынина Т.В., Ситдикова Г.Ф. Общий практикум по физиологии человека и животных в 2-х частях / под ред. И.Н. Плещинского – Казань. КГУ. 2000.
5. Яковлева, О.В., Ситдикова Г.Ф., Хазипов Р.Н., Яковлев А. В. Физиология возбудимых систем Часть 1 / Казань 2012, 43с